Industria do Vidro

Materias que constituem esta Bibliotheca

1.ª SERIE — **Elementos Geraes**

1-Desenho linear.
2-Arithmetica pratica.
3-Algebra elementar.
4-Geometria plana e suas applicações.
5-Elementos de Phisica.
6-Elementos de Chimica.
7-Elementos de Electricidade.
8-Elementos de Mecanica.
9-Geometria no espaço.
10-Elementos de projecções.
11-Sombras e perspectiva.
12-Applicações e traçados praticos das projecções, penetrações, sombras, etc.
13-Trabalhos manuaes.

2.ª SERIE — **Mecanica**

1-Desenho de Machinas.
2-Nomenclatura de Caldeiras de vapor.
3-Nomenclatura de Machinas de vapor.
4-Problemas de Machinas.
5-Phisica Industrial.
6-Chimica Industrial.
7-Motores especiaes.

3.ª SERIE — **Construcção Civil**

1-Elementos de Architectura.
2-Materiaes de Construcção.
3-Construcções Civis.
4-Arte decorativa e Estylos.
5-Estylisação, composição e ornamentação.

4.ª SERIE — **Construcção Naval**

1-Construcção Naval.
2-Materiaes de construcção e processos de ligação.
3-Construcção de navios.
4-Historia da construcção naval.

5.ª SERIE — **Manuaes de officios** (em formato apropriado)

1-Conductor de Machinas.
2-Torneiro mecanico.
3-Forjador.
4-Fundidor.
5-Serralheiro e Montador.
6-Caldeireiro.
7-Electricista.
8-Carpinteiro Civil.
9-Marceneiro.
10-Entalhador.
11-Modelador, formador e estucador.
12-Pintor e Decorador.
13-Pedreiro ou trolha.
14-Canteiro.
15-Tintureiro.
16-Sapateiro.
17-Selleiro e correeiro.
18-Fiandeiro e tecelão.
19-Funileiro.
20-Encadernador.
21-Tanoeiro.

6.ª SERIE — **Conhecimentos geraes de diversas industrias, etc.**

1-A Hulha.
2-Metallurgia.
3-Fiação e Tecelagem.
4-Industria de Illuminação.
5-Industria do Vidro.
6-Industria do Papel.
7-Industria Ceramica.
8-Industrias de alimentação.
9-Industria do alcool, cerveja, licores, etc.
10-Industria do Azeite, Oleos, Sabões e Adubos.
11-Industria da Borracha.
12-Industria de Relojoaria.
13-Galvanoplastia.
14-Industria de Chapelaria.
15-Artes graphicas.
16-Photographia Industrial.
17-Hygiene das officinas.
18-Escripturação industrial.
19-Inventos Modernos.
20-Leis do trabalho e ensino industrial.

Manual do Operario

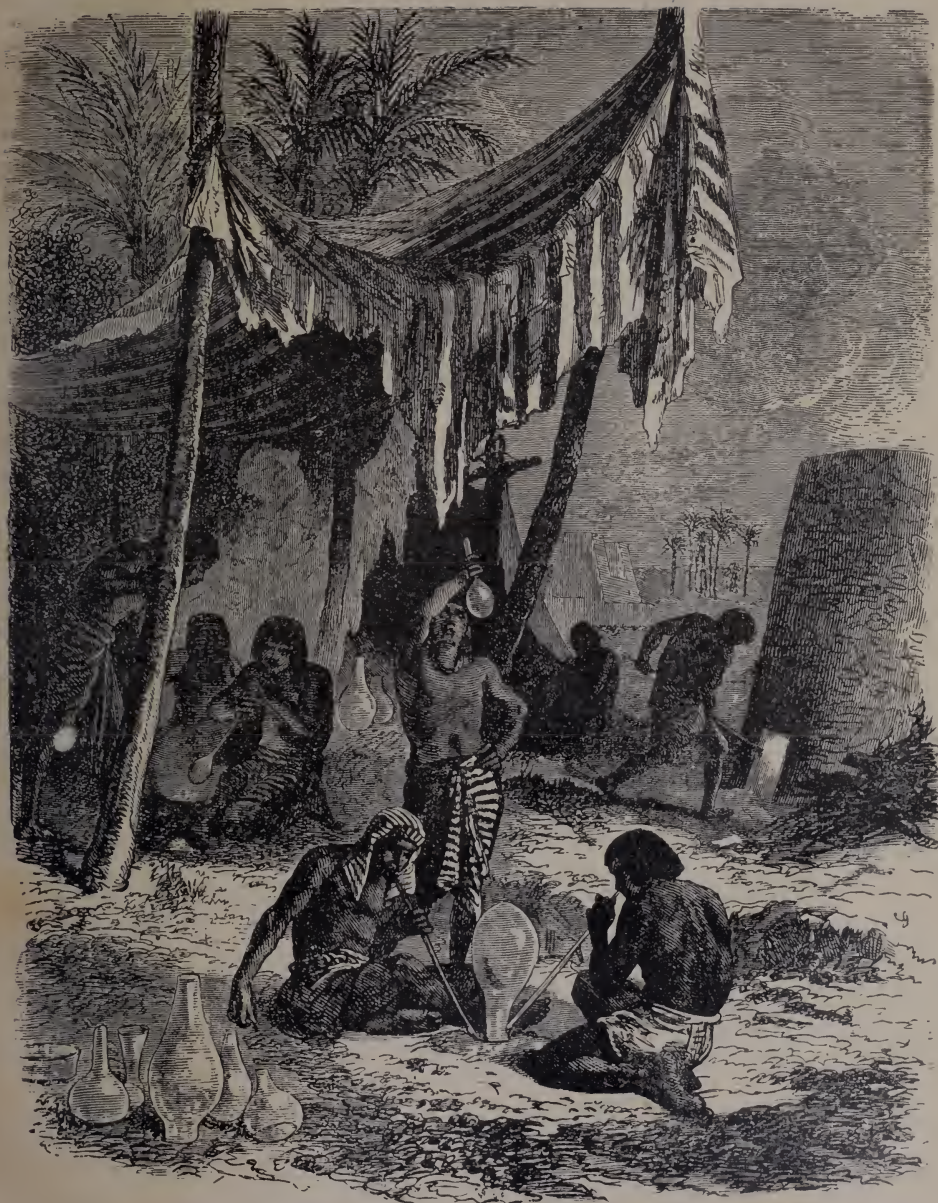
BIBLIOTHECA

de

Instrucção profissional

INDUSTRIA DO VIDRO

LISBOA
Bibliotheca de Instrucção e Educação Profissional
CALÇADA DO FERREGIAL, 6, 1.º

Reservados todos os direitos

Fabricação primitiva de vidros no Egypto

BIBLIOTHECA DE INSTRUCÇÃO PROFISSIONAL

MANUAL DO OPERARIO

INDUSTRIA DO VIDRO

PREFACIO

No cumprimento do seu programma, a *Bibliotheca de Instrucção Profissional* apresenta aos seus leitores descripção de mais uma industria, dando n'este livro uma idéa muito geral da curiosa industria do vidro, tão espalhada por todos os paizes, onde esse corpo faz, por assim dizer, parte integrante das exigencias da vida, e póde mesmo considerar-se uma causa de progresso n'outras industrias, nas artes e nas sciencias.

Como em Portugal o fabrico do vidro representa um papel importante na nossa actividade manufactureira, é interessante conhecer quaes os processos variados de que essa industria se serve para chegar ao fim desejado.

Para que este trabalho, embora muito modesto, preenchesse tal fim, foi preciso recorrer a livros estrangeiros, de bons auctores, e á amabilidade de algumas emprezas industriaes que nos permittiram uma visita minuciosa ás suas fabricas de vidro, visitas que muito nos auxiliaram.

Todas as fabricas nacionaes revelam a boa vontade e intelligencia do seu pessoal superior, que, a pouco e pouco, tem introduzido os modernos processos de fabrico uzados no estrangeiro, segundo os recursos de que dispõe, ao mesmo tempo que instrue o seu operariado, por fórma a sahir do circulo acanhado dos antigos systemas.

E' certo que n'esta industria, os maiores progressos teem sido feitos no systema de fornos e na decoração do vidro, mas esses mesmos teem sido acompanhados, tanto quanto possivel nas nossas fabricas, e, se não chegam ao desenvolvimento attingido no estrangeiro, é porque é impossivel vencer o desgraçado systema anti-patriotico de nós acharmos sempre melhor o que vem de fóra, embora muitas vezes, a nossa industria exceda a estrangeira.

Seja como fôr, a industria do vidro existe no nosso paiz, e decerto um livro portuguez tratando do assumpto, mesmo muito ao de leve que seja, terá boa acceitação de todos que desejam illustrar-se.

E' esse o nosso fim, e os leitores desculparão de certo as deficiencias que encontrem n'um livro que não póde ter grande desenvolvimento, pois não pretende, nem póde pretender, a pomposa classificação de *Tratado*.

Pedro Prostes.

INDUSTRIA DO VIDRO

CAPITULO I

Generalidades

1 — **Vidro — Sua origem.** — Dá-se o nome de vidro a uma materia dura transparente, formada pela combinação da silica com algum ou alguns dos seguintes corpos: potassio, sodio, calcio, magnesio, aluminio, bario, ferro, zinco ou chumbo, estando estes corpos no estado de oxydos, e formando taes combinações chimicas compostos com o nome de *silicatos*.

O vidro é, em rigor, o resultado da combinação de dois silicatos pelo menos, sendo um d'elles um silicato alcalino e o outro um silicato terroso ou metallico; toda a materia que se transforma em vidro chama-se *materia vitrificavel*. Os silicatos alcalinos resultam da combinação da silica com os oxydos alcalinos, como são a potassa e a soda.

Ainda se póde considerar como vidro a combinação de muitos silicatos e boratos d'alumina com silicatos de certas bases, taes como: potassa, soda, cal, baryta, magnesia, etc. Mas estas especies de vidro teem na industria o nome de *esmaltes* ou *vernizes*, e differem industrialmente do vidro, porque d'estes fazem-se objectos os mais variados e com diversas applicações, e os esmaltes ou vernizes servem para cobrir outros objectos, principalmente os de ceramica, com uma camada impremeavel que os preserva da acção do ar e lhes dá certo brilho, como vulgarmente vemos na louça de barro vidrado e nas faianças em geral.

A industria do vidro é antiquissima; foi conhecida no tempo de Moysés, e parece averiguado que foi no Egypto que ella se descobriu, em resultado de um acaso succedido na cosedura de tijolos e louças de barro, que já antes d'essa epocha se fabricavam.

O que é certo, é que os romanos, quando no tempo de Julio Cesar Octavio conquistaram o Egypto (26 annos antes de Christo) estabeleceram como imposto de guerra o fornecimento de vidro, tal era a importancia que davam a este producto.

A conquista do Egypto fez espalhar, como era natural, o conhecimento da industria vidreira por todo o immenso imperio dos romanos, os quaes em pouco tempo excederam os egypcios em perfeição nos productos de vidro. Fabricavam-se então só objectos de luxo, principalmente colares, braceletes, e taças para servirem nos grandes banquetes.

Existem muitos exemplares antiquissimos d'essas taças.

Citaremos o *Vaso de Strasburgo* indicado na *fig. 1*, e assim chamado porque foi encontrado n'um tumulo descoberto nas fortificações d'aquella cidade, a qual, como se sabe, foi entregue pela França á Prussia na guerra franco-prussiana de 1870-1871.

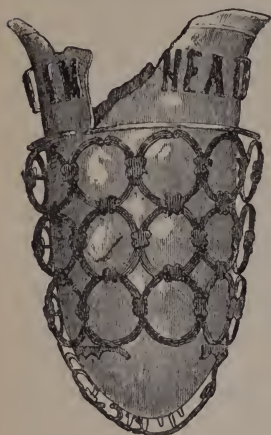



Fig. 1—Vaso de Strasburgo

Esse vaso contém uma inscripção que indica ter sido fabricado no anno 310 da nossa era, tendo, portanto, 1600 annos de existencia. E' rodeado por uma especie de rêde em argolas de vidro encarnado, provando assim um certo gosto artistico e bastante perfeição de trabalho.

Como exemplo de industria mais moderna indicaremos o *Copo veneziano*, representado na *fig. 2* e cujo fabrico é do seculo XVI. N'este tempo era em Veneza que a industria do vidro tinha adquirido uma grande perfeição, e os celebres espelhos de Veneza tiveram e ainda teem grande fama.

O emprego do vidro para vidraças nas habitações data do seculo XII. Até então a claridade entrava nas habitações atravez de corpos translucidos, ou quasi transparentes, taes como placas de mica, laminas corneas, papel azeitado, etc.

A pouco e pouco se foi desenvolvendo a fabricação do vidro, a ponto de que na edade-media os reis de França concediam fóros de fidalgo áquelles que exerciam aquella industria, e hoje constitue ella uma riqueza muito valiosa em quasi todos os paizes, incluindo o nosso, que possue, entre outras, a importante fabrica da Marinha Grande.

Fig. 2—Copo Veneziano

2 — Historia da industria vidreira em Portugal. — Não é facil empreza fazer um desenvolvido estudo sobre os inicios e progressos da industria do vidro no nosso paiz; por isso diremos apenas o que de escriptos dispersos podémos colher sobre tal assumpto.

A industria do vidro, antiquissima como dissemos, e nascida provavelmente no Egypto, foi-se propagando pelos povos por meio das conquistas; e os romanos, como grandes conquistadores que eram, encarregaram-se da propaganda d'essa e de outras industrias, que assim foram progredindo pelas aptidões especiaes encontradas nos diversos povos e que só esperavam o momento opportuno para se manifestarem.

Mas se tal industria se exerceu e prosperou por muito tempo entre os povos occidentaes, incluindo os povos da peninsula hispanica, a invasão dos barbaros, realisada no anno 406 da nossa era tudo destruiu e aniquilou, e teria desapparecido completamente qualquer vestigio da industria vidreira, se o imperador Constantino Magno não tivesse levado habilissimos artistas vidreiros no seu sequito, quando mudou para Bysancio (Constantinopla) a capital do Imperio invadido.

Foram então os povos do oriente que usufruiram os beneficios da industria, tanto mais que o imperador Theodosio era um grande protector das industrias, a ponto de isentar de impostos os fabricantes.

A industria do vidro desenvolveu-se mais tarde em Veneza, nos fins do seculo XIII, seguiu para Allemanha, França e outros paizes apesar das medidas de rigor empregadas pela republica veneziana que queria conservar o monopolio da industria.

Viriam os artistas do vidro até Portugal? E' certo que alguns reis portuguezes das primeiras dynastias muito protegeram a industria e a agricultura, mas seria preciso consultar todos os velhos e bolorentos alvarás que existam de epochas tão remotas, o que seria trabalho para um estudo profundo, unicamente com valor historico, e que em nada contribuiria para o progresso da industria do vidro em Portugal, e occuparia paginas e paginas d'este modesto livro com prejuizo do principal fim que tem em vista.

Affirma por exemplo Frei Nicolau d'Oliveira na sua obra intitulada: *Livro das grandezas de Lisboa*, que no nosso paiz se exercia a industria do vidro no seculo XVI. Essa affirmação porém não é hoje demonstrada pela existencia de quaesquer objectos de vidro fabricados n'essa epoca e que, ou como reliquia ou como manifestação de arte, podesse ter sido conservado, de geração em geração, até agora.

Portanto, ou a industria não se exerceu, ou era de tal modo mesquinha e rudimentar que não mereceu as honras da protecção do estado, limitando-se talvez a objectos grosseiros, sem valor que recommendasse a sua conservação.

Na *Exposição de Arte Ornamental*, que se realisou em Lisboa no palacio das Janellas Verdes, figuraram dois vasos de vidro, mas esses foram fabricados no seculo XVIII.

O que se póde affirmar com toda a exactidão é que a fabrica de vidro mais antiga do paiz é a Fabrica do Covo, fundada em 1690, mas os progressos verdadeiramente apreciaveis e mesmo extraordinarios da industria vidreira entre nós, datam da fundação da fabrica da Marinha

Grande em 1769 sob a protecção valiosissima do Marquez de Pombal, esse estadista eminente que tantos beneficios prestou ao nosso paiz, pondo ao seu serviço uma energia e talento privilegiados.

O fundador da fabrica foi Guilherme Stephens, a quem um municipio de Lisboa prestou homenagem, dando o seu nome a um pequeno largo situado no principio da rua das Flores em Lisboa.

O marquez de Pombal auxiliou a fundação com um emprestimo de trinta e dois contos por conta do estado, sem juro, sendo-lhe concedido o titulo de *Real Fabrica de vidros da Marinha Grande*.

Além do emprestimo, tão valioso n'aquelle tempo, foram concedidas ao fundador outros privilegios importantes, e entre elles o de consumir gratuitamente madeiras do pinhal de Leiria para combustivel.

Morrendo Stephens, passou a fabrica a seu irmão como herdeiro, e este, grato ao estado e aos operarios que tanto contribuiram para o progresso a que fizeram chegar a fabrica, deixou-a como herança ao mesmo estado com todas as suas dependencias e com certas garantias ao operariado.

Veiu depois um periodo de decadencia para a fabrica da Marinha Grande, pois que além de outras causas, não era facil encontrar de momento uma individualidade pratica como Stephens, conhecendo a fundo a industria vidreira.

O estado cedeu a sua exploração a varias emprezas ás quaes ainda concedeu certos privilegios, emprezas que apezar d'isso falliram.

Em 1864 foi arrendada por 2:005$000 réis annuaes a outra empreza, cedendo tambem o estado uma certa quantidade de madeira do pinhal de Leiria como outr'ora o fizera o Marquez de Pombal.

Em 1860, tinha a fabrica 4 fornos de fusão, 5 fornos de estender vidraça e 3 de calcinar areia e varias officinas destinadas á preparação de materias primas.

A producção annual da fabrica, segundo uma estatistica do sr. Gerardo Pery, era 668:800 peças de cristal, 36:300 peças lapidadas, 96:800 de vidraça, e dava trabalho a um pessoal composto de 210 pessoas.

Para se avaliar bem quanto decahiu a fabrica depois da morte de Stephens, desde 1826 até 1860, basta dizer que em 1827 a fabrica, com todo o seu material, tinha o valor de 104:424$440 réis, e em 1860, isto é, ao fim de 33 annos, em que a industria naturalmente devia progredir, ella foi avaliada em 58:078$440 réis! Pouco mais de metade!

Felizmente, esse priodo de decadencia desappareceu; a sua producção actual é importante, apesar da invasão, sempre crescente e quasi inevitavel, da industria estrangeira.

Durante 30 annos consecutivos esteve a fabrica sob a direcção superior do visconde da Azarujinha, que muito contribuiu para o seu progresso, e, actualmente, a empreza concessionaria, tem o titulo legal

de *Companhia da Nacional e Nova Fabrica de Vidros da Marinha Grande.*

Aquelle titulo *Nova* foi lhe dado porque, proximo da estação do caminho de ferro da Marinha Grande, a actual Companhia construiu, ha pouco, uma fabrica com todos os melhoramentos modernos, destinada, exclusivamente, a productos de crystal.

A titulo de curiosidade, damos em seguida copia da inscripção que se encontra n'uma lapide antiga, que está collocada á esquerda da porta de entrada do edificio da fabrica, lapide que ficou como padrão historico da sua fundação.

POR ORDEM
DE SVA
MAGESTADE
TODAS AS LENHAS
DO PINHAL
QUE ESTÃO
EM HUMA
LEGUA
O REDOR
PERTENCEM
Á FABBICA
DOS VIDROS
1776

Esta fabrica produz vidro e crystaes, e a sua industria occupa-se de vidraça, coparia, garrafaria, objectos de luxo lapidados, gravados, pintados e esmaltados; objectos que revelam as aptidões excepcionaes do operario portuguez e o cuidado extremo de quem os instrue.

Infelizmente, por um costume nosso já tradicional, não só a respeito d'esta industria, como de muitas outras coisas, o commercio vê-se obrigado a fazer passar como estrangeiros esses productos, sem o que, um desdem anti-patriotico acolheria a declaração que fizessem de que os productos eram portuguezes!

Dependente da mesma Companhia, existe na Amora uma fabrica de garrafas e garrafões para vinhos, e, ao lado d'esta, uma outra, particular, com o titulo de *Fabrica das Lobatas*, que se emprega em igual fabrico; ambas ellas foram fundadas recentemente.

Em 1811 fundou, Silverio Taybner, um fabrica de vidros na rua das Gaivotas, no mesmo local onde ainda hoje existe. Fundou-se, tambem, em 1821, a fabrica da Vista Alegre, mas essa, que a principio fabricou o vidro, hoje só produz objectos de ceramica.

De fundação muito recente, existem outras fabricas, taes como a do Cabo Mondego, em Buarcos, a de Braço de Prata, etc.

Em resumo: a fabrica mais antiga é a do *Covo*, no districto do Porto; antes d'ella se fundar, não consta do estabelecimento de qualquer outra.

Em 1769, sob a protecção do marquez de Pombal, funda-se a fabrica da Marinha Grande, dirigida por G. Stephens.

Em 1811 funda Taybner a fabrica da rua das Gaivotas.

Em 1821 organisa-se a fabrica da Vista Alegre, cuja industria vidreira pouco floresceu.

Por fim, veem as fabricas do Cabo Mondego, das Lobatas, etc.

3 — Elementos que servem para o fabrico do vidro.

— Para se obterem os elementos que entram na composição do vidro, recorre-se aos seguintes corpos: silica, potassa, sulfato de potassio, soda, sulfato de sodio, cal, carbonato de calcio, oxydo de ferro, oxydo de chumbo, alumina, e baryta.

Já nos elementos de chimica se descreveram estes corpos, mas daremos uma resumida idéa de todos elles, para facilmente se comprehenderem os capitulos seguintes d'esta descripção de industria:

a) Silica — E um corpo composto de silicio e oxygenio, muito abundante no estado livre, pois que a areia, a pedreneira ou silex, o quartzo, o cristal de rocha, a opala e a agatha não são outra coisa senão silica. E combinada com certos metaes, como potassio, sodio, calcio, ferro, aluminio, etc., fórma os granitos, as argillas e outras especies de rochas [1] que teem o nome generico de *silicatos*.

b) Potassa—E' a combinação do metal potassio com o acido carbonico, formando o *carbonato de potassio* ou *potassa do commercio*, corpo solido, branco, agregado em cristaes e que se póde obter das cinzas das plantas.

c) Sulfato de potassio—Corpo composto de acido sulfurico e potassio; é cristalino, branco, tem sabor amargo.

d) Soda — E' a combinação do metal *sodio* com o acido carbonico, formando o *carbonato de sodio* ou *soda do commercio*, corpo solido, branco, unctuoso, que se póde extrahir das cinzas das plantas maritimas, ou por meio da reacção chimica do carbonato de calcio com o sulfato de sodio e carvão.

e) Sulfato de sodio—E' a combinação do sodio com o acido sulfurico, formando um corpo branco e de sabor amargo, muito conhecido no commercio com o nome de *sal de Glauber* e que serve para obter a soda.

f) Cal — E' a combinação do metal *calcio* com o oxygenio formando o oxydo de calcio ou cal. Esta combinação não se encontra formada na natureza, mas é muito abundante unida ao acido carbonico, formando as rochas ou pedras calcareas que teem o nome generico de *carbonatos calcareos*.

g) Carbonato de calcio—Corpo formado pela combinação do calcio com o gaz carbonico, e constitue, como já dissemos, a maior parte das rochas terrestres, conhecidas pelo nome de *carbonatos calcareos*.

h) Oxydo de ferro — Corpo formado pela combinação do ferro com o oxygenio, e como ha tres oxydos de ferro: *oxydo ferroso*, *oxydo ferrico*, *ferro magnetico* ou *pedra iman*, diremos que o que entra na composição do vidro é o oxydo ferrico, muito abundante em certas argillas.

---

[1] Tem o nome de rocha a crusta solida da terra, comprehendendo n'esse nome tanto as terras soltas e areias, como as pedras duras e compactas.

i) Oxydo de chumbo — E' a combinação de chumbo com o gaz oxygenio; e havendo os quatro oxydos: *suboxido, protoxydo, bioxydo* e *oxydo salino* ou *zarcão*, é este ultimo, o qual tem a côr encarnada, que se emprega na fabricação do vidro.

k) Alumina — E' a combinação do metal aluminio, com o oxygenio; é muito abundante nas argillas combinada com a silica e formando silicatos d'aluminio, e tambem se encontra cristalisada nas rochas, formando pedras preciosas, taes como o rubi, saphira, amethista, topazio, etc.

l) Baryta — E' o protoxydo de bario, isto é, uma das combinações do metal *bario* com o oxygenio. Tem côr cinzenta e aspecto esponjoso, parecendo-se com a pedra pomes.

4—**Lei de Berthier.**—Cada um dos corpos a que nos referimos tem a sua acção especial na materia vitrificavel, intervindo umas como base principal do vidro, outras como fundente para tornar fusivel a silica, outras com o fim de tirar certos defeitos ao vidro que se pretende fabricar, etc.

A base do vidro é a silica, mas como é de uma fusibilidade muito difficil, lá estão as bases com que se combina para a tornar fusivel, taes como potassa, soda, chumbo, baryta, etc., e que por isso na industria vidreira teem o nome de *fundentes.*

Outras bases, taes como: cal, magnesia e alumina, dão silicatos infuziveis, e por isso a silica só com elles não produz o vidro industrial, sendo preciso misturar-lhe outros silicatos.

Este phenomeno da fusibilidade ou infusibilidade dos diversos silicatos é muito complexo, e por isso limitamos o seu estudo a indicar a *lei de Berthier*, a qual póde guiar o industrial vidreiro no estudo da maior ou menor fusibilidade do vidro que pretende obter.

Essa lei é assim enunciada: *«uma mistura de silicatos é mais fusivel do que qualquer d'elles isoladamente »*

Resulta d'esta lei que, se se misturarem dois silicatos infusiveis obtem-se um producto que é mais ou menos fusivel; se um dos silicatos for fusivel e o outro infusivel a mistura funde-se mais facilmente do que o silicato fusivel.

Finalmente, a fusibilidade de uma mistura de silicatos é tanto maior quanto mais numerosos elles forem.

Depois disto, facilmente se comprehende a influencia que deve ter a composição vitrificavel na economia de combustivel, e tambem que para fabrico dos fornos e potes se deve recorrer a argilas infusiveis, isentas de cal, magnesia e oxydo de ferro.

5 — **Região onde se deve estabelecer uma fabrica de vidro.** — Do exposto se vê que é ás rochas siliciosas, isto é, que teem *silica*, que se vae buscar o principal elemento para a fabricação do vidro; não sendo portanto indifferente a escolha da região onde se

deve estabelecer uma fabrica para esta industria. Essa região deve ser abundante em rochas siliciosas, taes como areia ou quartzo; em argillas que contenham a alumina e oxydos de ferro, e em pedras calcareas para o fabrico de cal.

A potassa, a soda e mesmo a cal são de facil acquisição quando na região não haja os elementos para se fabricarem.

Escusado é dizer que a agua é um elemento importante n'esta como em todas as industrias, tanto mais que existindo em fórma de correntes, como succede nos rios ou ribeiros, pode utilisar-se muito economicamente como força motora, tão indispensavel nas emprezas industriaes.

Finalmente a facilidade de communicação da região para os mercados consummidores e fornecedores de materias primas impõe-se sempre.

6 — Propriedades phisicas do vidro. — O vidro é, como já dissemos, um corpo duro em geral e transparente depois de esfriado; além d'isso é fragil, muito sonoro, mau conductor do calor e da electricidade, muito fusivel, passando por todas as phases do estado pastoso, qualidade esta muito preciosa porque é ella que dá ao vidro a faculdade de adquirir todas fórmas possiveis para a manufactura dos objectos mais variados.

Reflecte e refracta os raios luminosos, é diathermico para o calor luminoso (vide elementos de phisica — n.º 60); dissolve certos oxydos metallicos sem perder a transparencia, o que é util na industria vidreira para dar ao vidro diversas côres pelo emprego d'esses oxydos.

A luz não tem acção sobre o vidro quando este é preparado com materias chimicamente puras; mas a presença de certos corpos na massa do vidro, como por exemplo protoxydo de ferro e sulfato de soda, dão logar a uma reacção chimica sob a influencia da luz, produzindo-se a côr amarellada que apresenta em geral ao fim de certo tempo o vidro do commercio. Para evitar essa alteração na pureza do vidro emprega-se o bioxydo de manganesio, que é chamado na industria do vidro *sabão de vidreiros*; é porém preferivel o processo de empregar na fabricação do vidro materias primas muito puras, por isso que o emprego do bioxydo de manganesio não é de uma efficacia absoluta.

Por estudos feitos na America do Norte, reconheceu-se que já na occasião do fabrico, o vidro soffre alterações na sua côr, produzidas pelos raios luminosos, o que não se dá no vidro em que entra o oxydo de chumbo.

Essa alteração, porém, é passageira e desapparece depois de submetter o vidro á temperatura do rubro escuro.

O facto de o vidro ser mais ou menos diathermico para os raios luminosos, depende tambem da presença de certas substancias na sua massa, e a experiencia mostra que o bioxydo de manganesio empre-

gado para tornar o vidro mais puro, como acima dissemos, além de não ser de uma efficacia absoluta para corrigir a côr amarellada que traz o vidro muitas vezes, tem tambem o inconveniente de diminuir a sua propriedade diathermica para o calor luminoso. N'estas condições o vidro, absorvendo parte d'esse calor em logar de o deixar passar, aquece extraordinariamente. No fabrico de chapas de vidro para vidraças que teem de estar expostas ao sol, é preciso attender a esta circumstancia.

O calor em certo grau funde o vidro, mas quando não é sufficientemente elevado para o fundir, torna-o opaco e na sua massa apparece uma especie de agulhas ou cristaes; n'estas condições o vidro está *desvitrificado.*

Este phenomeno da *desvitrificação* é proprio de toda a especie de vidro, mas especialmente do fabricado com soda, e augmentando quando o fabrico fôr feito com excesso de sal ou de magnesia.

A desvitrificação do vidro apresenta diversos aspectos, sendo muitas vezes em agulhas perpendiculares ás superficies, outras vezes em fórma granulosa que lhe dá o aspecto de marmore, e ainda o aspecto de porcelana, tendo então o nome de porcelana de Reaumur. A industria ainda approveita a desvitrificação para certos effeitos.

A desvitrificação do vidro é uma cristalisação que póde realisar-se nas mesmas condições em que se produz a cristalisação de uma solução salina saturada; assim, se deitar-mos no vidro fundido um corpo extranho menos fusivel ou mesmo pó de vidro, o que está em fusão cristalisa ou desvitrifica-se completamente.

Quando o vidro em fusão esfria lentamente, a solidificação faz-se igualmente em toda a sua massa, produzindo-se o phenomeno conhecido da contracção pelo esfriamento, que faz diminuir o volume da massa.

Se porém o esfriamento é brusco, só á superficie é que o vidro se solidifica, emquanto que interiormente fica no estado pastoso; e além d'isso, o volume occupado é maior do que o que occuparia com um esfriamento lento, resultando d'ahi um desequilibrio nas moleculas internas.

O esfriamento brusco dá á parte exterior do vidro uma dureza maior e maior resistencia á flexão, sendo a dureza e a resistencia tanto maiores quanto maior fôr a differença de temperatura entre o vidro fundido e o meio onde esfria.

A operação do esfriamento brusco chama-se *tempera.*

A tempera, augmenta a dureza do vidro, e é approveitada pela industria, no fabrico de objectos de vidro moldados.

Para os outros objectos que teem de se cortar a diamante, não se usa porém, porque o desequilibrio em que estão as moleculas interiores do vidro temperado, faz com que elle se desfaça em particulas logo que se rompa a camada exterior.

E' o que acontece com as *lagrimas batavicas*, que são pingos de

vidro em fórma de lagrima, esfriados bruscamente em agua ou outro qualquer liquido que esteja a uma temperatura muito inferior á do vidro fundido. Logo que se lhes corta o extremo aguçado, desfazem-se em pó.

O vidro com tempera, perde-a quando aquecido ao rubro e depois esfriado lentamente.

Quando na industria se quer dar a tempera ao vidro, é preciso attender á composição d'este, a fim de regular a differença entre a temperatura do vidro fundido e o banho onde se faz a tempera, para que esta se faça uniformemente. Além d'isso, deve o vidro estar igualmente aquecido em todos os seus pontos, a fim de que, por uma desigualdade de temperatura, não se produzam contracções differentes na mesma camada e que podiam occasionar a ruptura da peça de vidro.

Como a maxima temperatura da agua não póde exceder 100° centigrados ao ar livre, calor pouco intenso em relação ao do vidro fundido, adopta se o banho composto de substancias gordas, taes como cêra, cebo, azeite, etc., para se dar a tempera, porque tem mais elevado ponto d'ebulição.

Na tempera tambem se emprega o banho de vapor d'agua, e ainda se póde obter pela pressão, processo este que dá ao vidro maior resistencia do que a obtida pelos outros systemas.

Ainda sobre as propriedades phisicas do vidro, diremos que, fabricando-se as peças de vidro estando este a uma temperatura muito elevada, o seu esfriamento rapido ao ar livre, ou produziria a sua ruptura ou lhe daria uma tempera impropria para objectos de uso domestico, os quaes se desfariam em pó, por effeito dos choques a que estão sujeitos.

Por isso, os objectos de vidro depois de feitos são submettidos á operação chamada *recoser*.

Esta operação tem logar em galerias existentes nos fornos onde se faz a fusão do vidro, e nos quaes a temperatura é mais moderada, ou então, em galerias áparte com forno proprio. Essas galerias chamam-se *arcas de tempero*. O *tempero* não deve confundir-se com a *tempera*. Tempero é, como se vê, o esfriamento lento nas galerias; e tempera é o esfriamento brusco.

O vidro tem, como outros corpos, a propriedade chamada *porosidade*, o que se reconhece quando se enche um recipiente de vidro com petroleo, porque este apparece á superficie, sem outra causa senão a de ter atravessado os póros do vidro.

Finalmente, pela fricção o vidro desenvolve electricidade positiva ou *vitrea*. Basta esfregar com um panno de lã uma vareta de vidro e approximal-a immediatamente de corpos leves, taes como bocadinhos de papel de seda, barbas de penas, bolinhas de sabugo, etc., para vêr estes corpos serem attrahidos pela vareta.

7—**Propriedades chimicas.**—Sendo o vidro uma combi-

nação de silicatos alcalinos com silicatos terrosos ou metallicos, comprehende-se perfeitamente que a agua exerça sobre elle a sua acção dissolvente, como a exerce sobre esses silicatos alcalinos. Mas essa acção sobre o vidro, é muito lenta, principalmente se a agua está á temperatura ordinaria, augmentando comtudo de intensidade se o vidro está reduzido a particulas muito pequenas.

O chimico inglez Griffits, reduzindo a pó uma porção de cristal, e submettendo-o depois á fervura na agua durante algumas semanas, conseguiu tirar do vidro um peso de potassa equivalente a 7 $0/_0$ do peso do cristal empregado.

Se a agua, porém, está sob pressão, e portanto a sua temperatura de ebulição se eleva, por exemplo, a 300°, o vidro sujeito á sua acção, decompõe-se e torna-se fibroso.

O ar altera o vidro á superficie por causa da agua e do acido carbonico que contém, mas essa alteração só é sensivel se o vidro tem uma forte proporção de silicatos alcalinos. Assim alterado pelo ar, o vidro apresenta reflexos de côres diversas, a que se chama *irisação*, e tem ao mesmo tempo um aspecto nacarado.

Se a agua ataca o vidro, embora lentamente, os acidos tambem o atacam, mas com mais energia, que ainda augmenta se o vidro está em pó e tem uma forte proporção de silicato alcalino.

Assim, por exemplo, o acido sulfurico contido no vinho ataca as garrafas onde este está contido, porque essas garrafas são em geral feitas com uma forte proporção de silicato alcalino.

O acido que mais energicamente decompõe o vidro é o acido fluorhydrico o qual ataca separadamente os silicatos de que aquelle é composto, formando fluoretos diversos que se dissolvem todos no acido, se este é concentrado; sendo porém diluido, só o fluoreto de sodio é que se dissolve, emquanto que os outros fluoretos formados cristalisam á superficie do vidro. Esta acção do acido fluorhydrico exerce-se á temperatura ordinaria.

E' importante conhecer estas reacções do acido fluorhydrico sobre o vidro, porque ellas são applicaveis na gravura em vidro, tanto na transparente como na opaca.

Como os acidos têem pouca acção sobre a silica, convem que o vidro destinado a recipientes para acidos tenha uma proporção grande de silica em relação ao alcali.

As bases, taes como potassa e soda quando em dissolução, atacam o vidro, e com mais energia sendo diluidas do que quando são concentradas; é por isso que as rolhas esmeriladas de frascos contendo dissolução de soda e potassa se decompõem á superficie collando-se ao gargalo. O amoniaco, os carbonatos alcalinos, certos sulfatos, os tartaratos, etc., tambem atacam o vidro; por isso as garrafas de vinho teem muitas vezes um deposito que o turva e lhe dá mau sabor.

8 — **Applicações do vidro.** — Seria longo enumerar as ap-

plicações do vidro, devidas ás propriedades que acabamos de indicar, e que dão origem aos mais variados objectos com os mais diversos usos.

A maioria d'essas applicações são nossas conhecidas, desde a vulgar vidraça formada de chapas maiores ou menores, até ás delicadas lentes de oculos, telescopios e microscopios; desde os castiçaes e serpentinas que ornamentam as salas e as egrejas, até aos grandes e luxuosos lustres dos palacios, theatros e cathedraes; desde o simples espelho mettido em moldura de estanho, até aos sumptuosos espelhos de Veneza tão admiravelmente fabricados.

Finalmente, objectos uteis e de recreio, globos de vidro, chaminés para candieiros, pinhas para gradeamentos de janellas, tinteiros, varetas, tubos, suportes, isoladores de electricidade, botões, contas, copos e garrafas de todas as qualidades, cuvas, capsulas, telhas, etc., etc., etc.

A chimica e a medicina devem tambem grandes serviços ao vidro. Nos laboratorios e nas pharmacias seria muito difficil conservar e manusear certos compostas chimicos sem auxilio de recipientes, varetas e tubos de vidro; e ainda nos usos domesticos os recipientes teem applicação indispensavel, sob a fórma de garrafas finas e ordinarias.

9 — **Diversas especies de vidro.** — Ha muitas variedades de vidro conforme as combinações que se fazem da silica com as diversas bases, não se harmonisando todos os auctores na sua classificação.

Uns classificam o vidro, segundo a sua composição, em tres especies: *vidros soluveis, vidros ordinarios* e *cristaes*:

Vidros soluveis, são silicatos simples de soda ou de potassa;

Vidros ordinarios, são silicatos alcalinos misturados com silicatos de oxydo calcio, de aluminio, de ferro, de manganezio, etc.;

Cristaes, são silicatos alcalinos juntos com outros silicatos e com uma certa proporção de oxydo de chumbo.

A outra classificação do vidro é baseada não só na composição como tambem na applicação a que é destinado, e é como se segue: *vidro incolor ordinario; vidro de garrafa, cristal, flint-glass* e *crown-glass*:

O *vidro incolor ordinario* serve para a fabricação de objectos de uso commum, como copos, garrafas de meza, vidraças, telhas, tubos, varetas, etc.;

O *vidro de garrafa* emprega-se no fabrico de garrafas e garrafões para vinhos e outros liquidos;

O *cristal* é destinado a objectos mais finos e de luxo;

O *flint glass* e o *crown-glass* empregam-se principalmente na fabricação de lentes para instrumentos de optica, industria muito especial e delicada, que requer grandes cuidados e estudos.

Ha tambem uma classificação de vidro abrangendo nove espe-

cies a saber: *1) vidro soluvel, 2) vidro de vidraça, frascaria e espelhos, 3) vidro de garrafa, 4) vidro de Bohemia, 5) crown-glass, 6) cristal ordinario, 7) flint-glass, 8) strass, 9) esmalte.*

Debaixo da ponto de vista industrial é mais minuciosa esta classificação e tem por isso as suas vantagens, comtudo, em rigor parece-nos mais racional e scientifica a 1.ª classificação de vidros soluveis, vidros ordinarios e cristaes. Como, porém, temos de adoptar uma classificação, adoptaremos a segunda que indicámos, que é consagrada em muitas obras. D'ella se excluiu o *strass* porque é a alumina pura obtida artificialmente, e o esmalte não é considerado como vidro na ndustria (n.º 1) embora scientificamente o seja.

CAPITULO II

Formação e manipulação do vidro

10—**Cadinhos ou potes.**—A materia vitrificavel, para se transformar em vidro, precisa ser submettida a elevadas temperaturas, que em muitos casos chegam a 2000° centigrados. Esta operação faz-se em fornos proprios, collocando-se a materia vitrificavel em recipientes apropriados ou *cadinhos*, aos quaes nas nossas fabricas dão o nome de *potes*, que adoptaremos sempre n'este livro.

Os potes, devendo resistir a temperaturas elevadissimas que variam em geral de 700° a 2000° centigrados, precisam ser feitos de uma materia infusivel e porosa, e além d'isso fabricados por fórma que resistam tambem á ruptura. Finalmente, devem ser inatacaveis pelas materias em fusão que se destinam a conter.

A satisfação d'estas tres condições é objecto de muitos cuidados na industria vidreira.

A materia infusivel adoptada é, como não podia deixar de ser, a argilla refractaria, a qual deve ser, quanto possivel, um silicato de alumina simples, isento de materias fundentes taes como oxydo de ferro, cal, magnesia, etc.

Para preencher pois todas as condições indispensaveis nos potes, é preciso não só ter argilla refractaria, mas preparal-a convenientemente reduzindo-a a pó muito fino, amassando-a muito bem para lhe dar homogeneidade perfeita, e cosendo-a depois gradualmente, para que todo o pote seja igualmente secco e resistente.

As nossas fabricas importam a argilla refractaria, em geral, da Belgica, da França ou da Allemanha, que julgam melhor do que a nacional, aliás muito abundante em diversas regiões do nosso paiz, taes como no Casal dos Ossos proximo de Leiria, na Bairrada e no Covo (onde ha uma fabrica de vidros). Algumas fabricas portuguezas usam tambem misturar a argilla estrangeira com a nacional.

Fig. 3—Pótes para a fusão do vidro

Os potes teem fórma e dimensões variaveis, como indica a *fig. 3*; a sua altura varia entre 0,^{m}50 e 1^{m}, e a sua execução exige certos cuidados.

Executam-se á mão, e pela justaposição de estreitos cylindros de barro em pasta denominados *colombinas*. Para que a sua fórma seja bem regular, adoptam-se uns moldes de madeira como a fórma indicada na *fig. 4*, e que pódem abrir-se em parte para facilmente tirar o póte depois de feito.

Fig. 4—Molde de madeira para pótes

Depois deixam-se seccar durante muito tempo (3 a 4 mezes) ao ar, a 30° ou 40°, em local onde não soffram a mais pequena agitação a fim de não fenderem. [1] Segue-se depois a cosedura ou prova em forno especial, onde soffrem uma temperatura de 1000° a 1500°. Se resistirem sem se fenderem, entram em serviço e pódem durar uns dois mezes, ou tres o maximo.

O pote fechado que está no centro da *fig. 3* usa-se para evitar que sobre a massa em fusão caiam quaesquer corpos extranhos que possam prejudicar a pureza do vidro, e para evitar a entrada de fumo do carvão, quando o forno é aquecido a fogo directo d'esse combustivel, cujo fumo altera a côr e transparencia do vidro.

A argilla pode ser corrigida dos seus defeitos naturaes pela mistura de certas substancias. Assim, por exemplo, póde acontecer que a argilla seja pouco plastica (malleavel) ou *magra*. N'esse caso, junta-se-lhe uma certa proporção de qualquer das seguintes substancias: silicato de potassa, silicato de soda, cal, alumen, oxydo de ferro, chloreto de calcio ou de magnesia.

Mas como estas substancias, principalmente os silicatos, pódem alterar a infusibilidade da argilla (lei de Berthier), é muitas vezes conveniente substituil-as por alguma das seguintes: assucar, alcatrão, sabão, dextrina, colla, etc., substancias estas que, depois de produzirem

[1] Muitas fabricas estrangeiras adoptaram caloriferos systema Perret para seccagem gradual e perfeita dos potes.

o seu effeito a frio emquanto a argilla se amassa, desapparecem depois pela exposição do pote ao fogo.

Se porém a argilla é demasiadamente plastica ou *gorda*, o que póde produzir rupturas durante o seccagem ou cosedura, junta-se lhe certa proporção de areia, cimentos, calcareos, pó de carvão, ciscos, serraduras, palha, etc.

Finalmente, ainda póde succeder que a argilla não resista á fusibilidade em certas temperaturas a que é preciso fundir a materia vitricavel e então, para obviar a esse inconveniente misturam-se-lhe materias infusiveis a essas temperaturas, taes como silica, alumina, etc.

11 — Fornos de fusão. — As condições exigidas para a argilla dos potes são tambem indispensaveis na dos fornos, pelos mesmos motivos, e por isso os tijolos empregados na sua construcção são feitos da mesma argilla.

Nas fabricas approveitam-se sempre os restos de potes já inutilisados, para formar os cimentos que se juntam á argilla muito gorda (plastica de mais).

Os fornos de fusão da materia vitrificavel são de fórma e capacidade variaveis, sendo sempre preferiveis os de aboboda abatida; nos fornos teem-se introduzido melhoramentos importantes em harmonia com os combustiveis empregados, e tendentes todos a obter d'esses combustiveis o maximo calor com a maxima economia. Todos os fornos são munidos de aberturas por onde os operarios colhem o vidro fundido para o seu trabalho, e a essas aberturas dá-se o nome de *boccas*.

O primitivo combustivel dos fornos foi a lenha, e esse systema d'aquecimento subsiste nas regiões ricas em florestas, como a Marinha Grande, collocada por assim dizer no centro do grandioso pinhal de Leiria, e na Bohemia, onde ellas abundam.

Na Inglaterra, onde existem minas inexgotaveis de hulha, é este o combustivel usado.

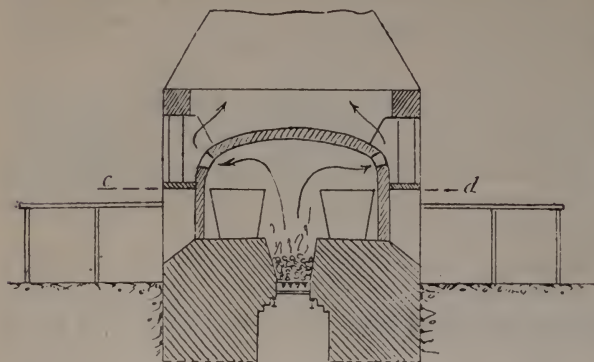
Na America, onde ha depositos ou jazigos de gaz natural (carboneto de hydrogenio ou gaz de illuminação), existe uma fabrica de vidros cujos fornos são aquecidos por este gaz convenientemente canalizado.

Ha tambem fornos aquecidos por combustivel liquido. Mas seja lenha, carvão, gaz, ou liquido, os fornos teem adquirido bastantes aperfeiçoamentos, tendentes, como já dissemos, a approveitar todo o calor possivel do combustivel empregado.

Conforme o systema de aquecimento, os fornos pódem dividir-se em tres classes:

a) Fornos antigos ou de fogo directo.
b) Fornos a gaz.
c) Fornos a combustivel liquido.

a) Fornos antigos de fogo directo. N'estes fornos, como o nome indica, a chamma aquece directamente as paredes e o interior do forno a cuja temperatura se expoz a materia vitrificavel contida nos potes; a *fig. 5* representa em córte um d'esses fornos empregados para a fusão do vidro para vidraça.

Fig. 5 — Forno antigo de fogo directo

A grelha de combustão está no centro, as chammas circulam dentro do forno por entre os potes, e a tiragem é directa e faz-se por aberturas practicadas na abobada do forno para a chaminé, como indicam as settas, aberturas que tambem servem para tirar o vidro para ser trabalhado.

Facilmente se comprehendem os inconvenientes principaes d'este systema. Um d'elles é o fumo sujar a materia em fusão produzindo no vidro defeitos de transparencia e outros, os quaes ainda assim se pódem remediar até certo ponto usando potes cobertos.

Outro defeito consiste no consumo grande de combustivel, pois é certo que só parte do seu calor é approveitado, perdendo-se a outra parte na tiragem.

N'este forno póde empregar-se a hulha ou a lenha.

b) Fornos a gaz. O emprego da hulha suscitou a Boetius a idéa de fazer entrar no forno, não a chamma directa da hulha, mas os productos gazosos da sua destillação muito aquecidos, de mistura com o ar.

A hulha ardendo, produz o calor que nos fornos antigos é o unico que os aquece. Mas se por uma disposição especial na fornalha se produzir a destillação d'essa hulha resultando o coke, a combustão d'este produz o oxydo de carbono com o auxilio do ar, e esse oxydo, misturado com os productos gazosos da destillação (carbonetos), entram no forno altamente aquecidos pelo calor do coke, calor que, como se sabe, é muito mais elevado do que o da propria hulha que lhe deu origem.

E' este o principio em que assenta o forno de Boétius, tambem chamado forno de *gazogenio*.

A *fig. 6* mostra em córte a disposição d'esse forno, e a *fig. 7*, uma vista interior.

A hulha é deitada no espaço *G*, *fig. 6*, por uma abertura *C*, cahindo a pouco e pouco sobre a grelha *B*, por um plano inclinado.

N'esse espaço e sobre esse plano, soffre a destillação. O coke que resulta d'essa destillação torna-se incandescente pelo augmento de temperatura. O ar, que entra livremente por *B*, transforma o carbono em acido carbonico que por sua vez se transforma em oxydo de carbono ao atravessar o coke incandescente.

Fig. 6 – Forno de Boetius ou de gazogenio

Este gaz, e os carbonetos, entram depois pelo centro do forno, indo já em combustão por aberturas praticadas no chão, onde se espalha rodeando os potes, e completando a sua combustão com o auxilio de ar que entra no forno por canaes *A A*.

Nas paredes do forno existem uns canaes *f f* por onde se escapa o fumo para chaminés proprias.

Como se vê, é um verdadeiro aquecimento a gaz ou gazes, e o nome de *gazogenio* dado ao forno resulta do facto de ter uma camara *G*, onde se produzem esses gazes.

Fig 7—Vista interior d'um forno Boetius

A economia resultante d'este processo é de 30 % de hulha sobre os fornos de fogo directo, aquecidos tambem a hulha. E' um forno d'este systema, já tambem aperfeiçoado, que trabalha actualmente na fabrica da rua das Gaivotas, em substituição dos antigos, e funccionando com potes cobertos.

A economia realizada era já grande, mas Siemens melhorou ainda o gazogenio do Boetius adoptando outro systema de entradas dos gazes no forno, conseguindo assim ainda maior approveitamento do calor do combustivel, e portanto maior economia n'este. Além d'isso, a entrada de gazes e ar nos fornos é tão bem regularisada, que se torna facil, n'um forno do seu systema, augmentar ou diminuir á

vontade a temperatura. Começou por produzir o gaz em gazogenios separados do forno, canalisando-o depois para este, e construindo conductas separadas para a entrada independente do ar.

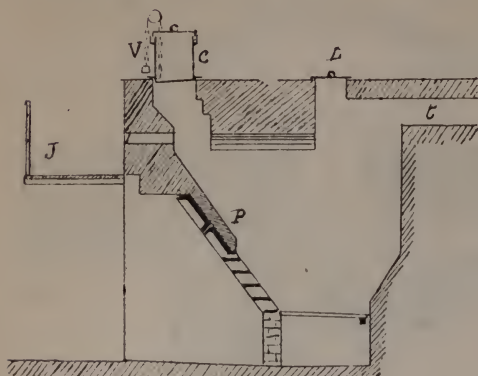



Fig. 8 — Gazogenio Siemens

O seu gazogenio representado na *fig. 8* pouco differe do de Boetius. A' esquerda, na parte superior, vê-se uma disposição especial para a introducção do carvão, consistindo n'um cylindro de ferro *C* chamado *carregador*, por onde entra o carvão para o gazogenio.

Esse cylindro é fechado na parte inferior por uma valvula que tem um contrapeso exterior *V*, ligado a uma corrente. O carvão deita-se n'esse cylindro, que se tapa depois de carregado; em seguida, alliviando o contrapeso, a valvula abre, e aquella quantidade de carvão desce para o gazogenio, fechando-se logo a valvula pela acção do peso *V*.

Esta disposição tem por fim ir fazendo a carga do gazogenio sem se perder a mais pequena porção do gaz produzido.

Um pouco á direita está uma abertura *L*, tapada com tampa de ferro para ir *picando* a hulha afim d'esta se accummular em baixo.

No extremo direito vê-se a conducta *t* do gaz para o forno; o carvão vae escorregando pelo plano inclinado *P* á medida que se destilla. Em *J* ha uma ponte onde permanece o operario encarregado da carga e vigilancia dos carregadores, que em geral são por séries de dois, tres ou quatro.

A *fig. 9* dá uma idéa do conjuncto do gazogenio e conducta do gaz para o forno.

Os gazes incandescentes não vão directamente para dentro do forno; passam por umas galerias collocadas por baixo d'este, feitas de tijolo refractario, e seguem depois por outras galerias para dentro do forno. O ar destinado a auxiliar a combustão circula tambem em galerias identicas, entrando separadamente no forno.

Fig. 9—Canalisação do gaz (systema Siemens)

Qual a vantagem do gaz circular por uma massa de tijolos antes de entrar no forno? E' facil

a explicação, e realmente engenhosa a idéa de Simens; esses tijolos por onde passam os gazes e o ar, ao fim de certo tempo estão aquecidos ao rubro, e então todos os gazes que por elles passarem não soffrem baixamento de temperatura, e portanto approveita-se-lhe todo o calor e até elle se lhe augmenta. O conjuncto d'essas galerias chama-se *recuperador* ou *regenerador*.

A entrada do ar convem ser separada, porque isso dá logar a poder alternar-se o ingresso de gaz e ar, afim de produzir um aquecimento regular do forno. Para tal fim ha uma disposição especial, que permitte fazer entrar o ar, ora por um lado, ora por outro.

Estes fornos de Siemens destinam-se, em geral, á fusão de gran-

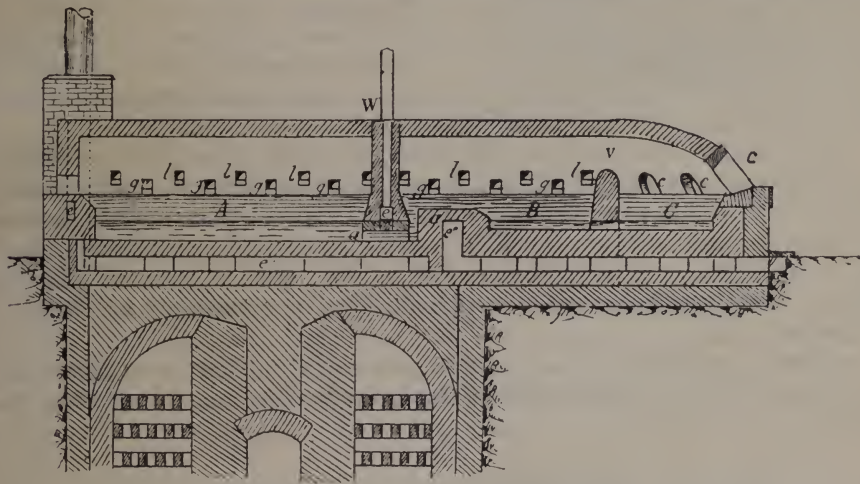



Fig. 10—Forno de tanque (systema Siemens)

des massas de vidro, (70 a 80 toneladas) e empregam-se muito nas fabricas de garrafas e vidraças. N'este caso dispensam os potes, porque o proprio forno constitue um immenso pote onde se funde toda a materia vitrificavel, que para lá se vae deitando por umas aberturas chamadas *boccas de carga*.

Esses fornos chamam-se *fornos de tanque*.

A *fig. 10* representa um d'esses fornos.

Em baixo veem-se as galerias de circulação de gaz e ar (recuperadores); em *g g* estão as aberturas de entrada de gaz incandescente para dentro do forno; por *l l* entra o ar, e por *c c* colhe-se o vidro para trabalhar.

A materia vitrificavel esta espalhada pelo fundo *A*, *B* e *C* do forno.

Convem aqui explicar um phenomeno especial do vidro que tem certa utilidade n'estes fornos. O vidro quando se funde torna-se mais pesado, e portanto em uma massa consideravel como é a que entra

nos fornos de tanque, o vidro mais fluido vae para o fundo, e o menos fluido fica á superficie.

Para approveitar esta propriedade o interior do forno é dividido em tres compartimentos separados pelas paredes *W* e *V*. *A*, onde se funde a massa, *B* onde ella se *affina*, e *C* onde se colhe já prompta para trabalhar.

Por baixo das paredes divisorias d'estes compartimentos ha uma canalização *a a* por onde o vidro menos fundido passa de uns para os outros; e por baixo do fundo do forno ha umas galerias onde circula ar menos quente que, esfriando a parte inferior do forno contribue para que o vidro esteja com menor temperatura do que á superficie, facilitando a differença de densidades.

A fabrica das Lobatas, na Amora, e as da Marinha Grande dispõem de fornos d'este systema, mas supprimem as divisorias *W* e *V*, as quaes com a continuação do calor se estragam, obrigando a suspender por muito tempo o trabalho para se reconstruirem.

Para evitar esse inconveniente, as divisorias *W* e *V* são substituidas por grandes corôas fluctuantes de argilla refractaria, denominadas *fluctuadores*, collocadas umas ao lado das outras por modo a formarem parede onde esbarra o vidro menos denso, entrando-lhes o mais fluido por baixo, e é ao interior das corôas que os operarios o vão colher, podendo para isso approximal-as á vontade das boccas do forno.

Quando ao fim de certo tempo, que varia entre tres e quatro semanas, as corôas estão deterioradas, facilmente se substituem por outras.

12 — Fornos de recozer. Existem tambem nas fabricas outros fornos destinados a recozer as peças já feitas, com o fim de lhes diminuir a fragilidade.

Effectivamente, se o vidro trabalhado esfriasse ao ar livre das officinas, adquiria uma *tempera* parecida com as das *lagrimas batavicas*, e qualquer choque ou mudança brusca de temperatura o faria estalar.

E' preciso pois trabalhar o vidro com presteza para evitar a exposição demorada das peças feitas ao ar mais frio da officina, e introduzil-as logo nos fornos proprios para recozer os quaes nas nossas fabricas teem o nome de *arcas de tempero*.

Esta palavra *arca* é traducção do termo francez *arche*.

Infelizmente, a nomenclatura de fornos e instrumentos diversos empregados no fabrico do vidro, soffre d'esta nossa incuria de não adaptar á technologia industrial estrangeira termos portuguezes, sendo indesculpavel tal incuria em vista da riqueza da nossa lingua.

Este facto encontra explicação na necessidade de importar operarios estrangeiros para ensinarem os nossos, e que, em convivio constante com estes, lhes vão incutindo a sua technologia.

Como a fórma d'essas arcas é uma extensa galeria com o foco calorifero no centro ou nos extremos, era mais natural chamar-lhes *fornos ou galerias de recozer*.

Os fornos de recozer são em geral separados dos de fusão, mas ainda se usam em muitas fabricas fornos de fusão com galerias especiaes, onde se faz o recozimento, approveitando o calor perdido.

Um d'esses fornos, de fogo directo, está representado na *fig. 11*; n'elle se vêem os potes no forno de fusão e ao lado as arcas de tempero, que servem tambem para a cozedura dos potes.

Fig. 11—Forno de fusão com galeria de recoser

As fabricas que produzem vidraça teem uns fornos especiaes, de que trataremos quando descrevermos aquelle fabrico.

Ainda muitas fabricas empregam outros fornos para calcinação ou seccagem de areia, para caldear as peças de vidro, etc., podendo comtudo haver galerias nos fornos de fusão para esse effeito, approveitando o calor perdido n'estes.

13 — **Temperatura dos fornos.** E' importante saber a temperatura dos fornos. Para isso, ha instrumentos proprios chamados *pyroscopos*; e como é necessario que sejam simples, para estarem ao alcance do pessoal operario, os mais adoptados baseiam-se nas temperaturas de fusão dos differentes metaes, que damos na tabella seguinte:

O estanho........	funde á temperatura de			233°
O chumbo........	»	»	»	235°
O zinco..........	»	»	»	412°
O antimonio......	»	»	»	440°
O aluminio.......	»	»	»	625°
O magnesio......	»	»	»	750°
O cadmio........	»	»	»	815°
A prata..........	»	»	»	954°
O ouro fino......	»	»	»	1045°
O cobre.........	»	»	»	1054°
O ferro fundido...	»	»	»	1220°
O nickel.........	»	»	»	1410°
O palladio.......	»	»	»	1500°
A platina........	»	»	»	1775°

E' claro que estes instrumentos servem para conhecer quando a temperatura do forno attinge o grau que se pretende para o trabalho que vae fazer-se, mas não accusam as oscillações de temperatura durante o tempo em que o forno funcciona.

Para conhecer essas oscillações ha os instrumentos chamados *pyrometros.*

O mais usual d'elles é o *pyrometro de Wedgwood*, que se funda no facto da argilla se contrahir com o calor.

Tem porém o defeito de não ser de uma exactidão perfeita.

Adopta-se tambem o *pyrometro de circulação de agua*, de Boulier e Saintignon, que consiste n'um tubo de ferro collocado no forno e em que circula uma corrente d'agua com velocidade e pressão constantes e cuja temperatura se avalia á entrada e sahida do forno. A differença entre uma e outra permitte avaliar as variações de temperatura do forno. A agua do tubo não se vaporisa por causa da velocidade com que caminha, e deve empregar-se agua destillada para evitar depositos calcareos no tubo, estando este mettido n'um estojo d'argilla para evitar deposito de carvão.

Ainda ha o pyrometro electrico de Siemens, fundado na differença de resistencia que um fio de platina apresenta á passagem da corrente electrica conforme a temperatura a que está; mas este pyrometro extremamente delicado só serve em geral para trabalhos de laboratorio, ou n'outras industrias especiaes.

O pyrometro que melhores indicações dá é o que se funde na maior ou menor intensidade luminosa dos objectos incandescentes conforme a temperatura a que estão, e que foi imaginado por Châtelier.

Como se sabe, as paredes dos fornos ou dos potes aquecidos a alta temperatura tornam-se incandescentes, adquirindo um brilho que varia desde o rubro escuro até ao branco deslumbrante. O pessoal pratico em lidar com os fornos, consegue á simples vista calcular a temperatura, fundando-se em indicações da seguinte tabella:

Côr rubro-nascente	indica temperatura de		525°
» » escuro........	»	» »	700°
» de cereja escura	»	» »	800°
» » »	»	» »	900°
» » » clara......	»	» »	1000°
» » laranja escura....	»	» »	1100°
» » » clara.. ...	»	» »	1200°
» branca............	»	» »	1300°
» » deslumbrante	»	» »	1500°

O apparelho ou photometro de Chatelier consiste n'um oculo *V V'* *fig. 12*, onde está adaptado perpendicularmente outro tubo *B' E*. Em *L* existe uma lampada com uma luz de intensidade luminosa constante e cujos raios luminosos seguem pela lente *B'* para espelho *E* inclinado a 45°, o qual faz seguir esses raios para a ocular *M* onde veem tambem incidir os rais luminosos das paredes do forno visadas directamente pelo oculo. Sobre um diaphragma existente em *B O* col-

locam-se vidros fumados até igualar a intensidade luminosa do forno e da luz L. A quantidade de vidros fumados necessaria para esse effeito dá a medida da temperatura do forno, em vista de uma tabella já formada para esse fim.

E' claro que estes e outros apparelhos semelhantes são empregados principalmente nos trabalhos mais delicados, não só para o fabrico de vidro como para outros em que é necessario ter nos fornos temperaturas nitidamente determinadas e constantes.

Tratando-se de fornos para fusão de vidro de garrafa, de coparia, vidraça, etc., a pratica do operario, em observar a luz do forno e o vidro que se funde, é sufficiente.

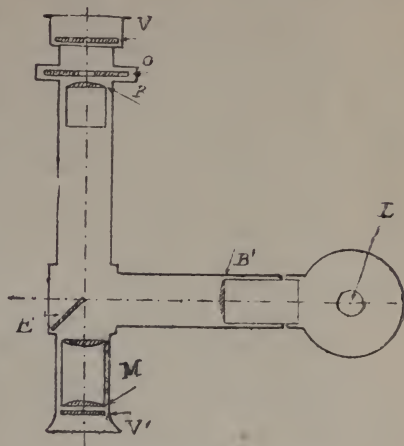



Fig. 12—Photometro de Chatelier

14 — Fusão da materia vitrificavel. — Vejamos o que se passa nos potes depois que entra no forno e começa o seu aquecimento.

Logo que a massa, formada pela mistura dos corpos que entram na composição do vidro que se quer utilisar, começa a liquifazer-se, principia um trabalho perfeitamente chimico, em que a silica decompõe os carbonatos de potassa ou de soda, produzindo silicatos d'estas bases, os quaes se unem ao silicato de calcio proveniente da acção da silica sobre a cal ou carbonato de cal, que entram tambem na massa.

O acido carbonico proveniente dos carbonatos pela decomposição que estes soffreram para a soda ou potassa se unirem á silica, faz effervescencia e começa a agitar a massa em fuzão, contribuindo assim poderosamente para a tornar mais homogenea. E' claro que, se em logar de carbonato de soda ou potassa se empregou o sulfato, desenvolve-se acido sulfuroso que produz o mesmo effeito mecanico, o qual é ajudado ainda por outros gazes provenientes de substancias que para esse fim se juntam á massa, e ainda por fumos brancos provenientes de chloretos contidos nos saes de soda ou potassa.

Estes chloretos cobrem as abobodas dos fornos com uma camada vitrificada exactamente como a que cobre a louça quando se deita sal sobre ella emquanto está no forno,

Com o calor esta camada de chloretos derrete-se e cae em pingos nos potes produzindo *as lagrimas do forno.*

A' medida que a acção do calor se prolonga, a massa torna-se menos densa, dentro de certos limites, desapparecem-lhe a pouco e pouco as grandes bolhas que a principio se produzem, até que se torna muito fluida.

Por fim apparece á superficie da massa fundida uma especie de *espuma*, formada pela mistura de sulfatos e chloretos alcalinos provenientes dos corpos empregados para a fabricação do vidro.

Esta espuma vae-se tirando com instrumentos de ferro proprios e quando ella deixa de apparecer considera-se a massa em estado de ser utilisada; por isso se lhe dá o nome de *fiel do vidro*. Diz-se então que a massa está *afinada*, estado que se produz ao fim de um lapso de tempo, que varia entre doze e vinte e quatro horas. Ao fim d'esse tempo, isto é, quando a massa está *afinada* retira-se parte do combustivel do forno, se é forno de fogo directo ou de Bœtius, afim de que a massa esfriando, adquira a consistencia pastosa que é necessaria para se poder trabalhar, o que se experimenta soprando algumas bolas de vidro.

Sendo forno Siemens regularisa-se a temperatura pela entrada de ar menos quente.

E' pelas boccas que o vidro pastoso é retirado pelos operarios, começando então a fabricação de objectos de vidro, como vae descripta nos capitulos seguintes.

15 — Processos de manipulação do vidro. — Conforme a natureza dos objectos de vidro a fabricar, assim se adopta cada um dos processos da sua manipulação ou a combinação d'elles.

Esses processos são quatro: *soflagem* ou *sopro*, *estenderia*, *moldagem* e *laminagem*.

O processo de *sofllagem* ou de *sopro*, funda-se no facto do vidro augmentar de volume quando, no estado pastoso, soffre interiormente uma pressão por meio de ar. Combinando este processo com os effeitos da gravidade (peso) produz-se outro modo de manipulação chamado processo dos *cylindros* ou *mangas*, e combinando-o com os effeitos da força centrifuga forma-se o processo do *prato* ou *coróa*.

O processo da *estenderia* funda-se na propriedade que tem o vidro de se tornar fluido e maleavel sob a acção de uma temperatura elevada, e n'esse estado estender-se facilmente por si mesmo sobre superficies planas.

Este processo, combinado com o da soflagem, emprega-se no fabrico de chapas de vidro para espelhos ordinarios e para vidraças.

O processo de *moldagem* tambem se funda na pastosidade e maleabilidade do vidro quando está a elevada temperatura, podendo assim adaptar-se a qualquer molde, e prestando-se portanto a fazer os objectos mais variados de uso domestico, do uso industrial, de luxo, etc. Este processo tambem se decompõe em dois: a moldagem por pressão, e a moldagem por estiragem.

Ainda o estado pastoso e maleavel do vidro dá logar ao quarto processo, o da laminagem, que consiste na passagem do vidro pastoso entre cylindros, e que se emprega em fabricos espec aes.

No processo de soflagem ou de sopro emprega-se a pressão na-

INDUSTRIA DO VIDRO

Uma Officina de Vidraria

tural do ar vindo dos pulmões, ou então a pressão artificial por meio de machinas para esse fim destinadas, e que em geral fornecem o ar comprimido, sendo certo que para a maior parte dos objectos, principalmente garrafas, é a pressão do ar pulmonar que é usada nas nossas fabricas.

CAPITULO III

Fabrico de garrafas ordinarias

16 — **Composição da materia vitrificavel.** — O vidro da garrafa ordinaria é formado pela mistura dos seguintes elementos: silicatos de cal, de soda, d'aluminio e de ferro. Muitos fabricantes fazem uma mistura de silicatos de soda, potassa, cal, magnesia e alumina, juntando-lhe peroxydo de ferro, manganesio, baryta, acidos sulfurico e phosphorico, formando assim um conjuncto muito fuzivel e portanto muito economico no combustivel e no material cuja escolha não precisa ser muito apurada, tratando-se de garrafas ordinarias.

Para obter estes silicatos faz-se a mistura seguinte:

Areia amarella....................	100	partes
Soda............................	30 a 40	»
Cinzas de barrella................	160 a 170	»
Cinzas novas.....................	30 a 40	»
Argilla amarella..................	80 a 100	»
Restos de vidro..................	100 a 145	»

A areia fornece a silica, as cinzas fornecem soda além da que se emprega pura; a argilla fornece os silicatos de allumina e ferro; e finalmente os restos de vidro empregam-se como medida economica para approveitamento de fragmentos de peças inutilizadas as quaes se fundem de novo, augmentando assim o rendimento da materia vitrificavel.

O fabrico de garrafas ordinarias não exige materias primas muito puras que tinham o inconveniente de as tornar caras. Entretanto é preciso que o vidro possa resistir á acção de certos liquidos que as garrafas são destinadas a conter, devendo por isso a composição do vidro ser tal que, tornando-se economica, produza garrafas pouco atacaveis por esses liquidos, e resistentes, principalmente se são des-

tinadas a vinhos espumosos, os quaes exercem sempre grandes pressões sobre as suas paredes.

Um excesso de restos de vidro torna as garrafas quebradiças, por isso não se deve abusar do seu emprego.

As materias primas devem ser bem peneiradas e quando a massa está em fusão, deve-se ter todo o cuidado em trabalhal-a depois de bem *affinada;* finalmente a operação de recoser deve ser gradual.

As garrafas ordinarias destinadas a vinhos, cervejas e outras bebidas, são de côr escura e até pretas; essa côr, que lhes é dada pelo oxydo de ferro ou de manganesio existentes nas areias empregadas, só tem razão de ser como economia, pois indica a impureza das materias primas a qual é nociva aos liquidos. O vidro incolor ou quasi incolor seria mais util.

As materias primas empregadas na formação do vidro teem de se preparar convenientemente por meio de seccagem, reducção a pó, etc. [1]

Por isso nas fabricas de vidro ha diversas officinas destinadas a esses fins, taes como: officinas de seccagem, refinação de potassa, de lavagem de areias, de calcinação de materias primas, de pulverização, etc., além de officinas de olaria para fabrico de potes e tijolos para construcção ou pelo menos reparação de fornos.

A areia lava-se e secca-se, e os outros materiaes soffrem a refinação e purificação necessarias.

Assim preparada a mistura, mette-se pelas boccas do forno nos potes, accende-se o combustivel e deixa-se crescer o calor até fundir a massa que, constantemente vigiada, e mexida de vez em quando pelos operarios com os instrumentos proprios chega á *affinação* desejada e a que já nos referimos no n.º 10.

Depois deixa-se esfriar um pouco, e quando no estado pastoso conveniente, começa o trabalho do fabrico das garrafas.

Póde dizer-se que um forno acceso uma vez, não torna a apagar-se senão para reparações. Quando um pote está esgotado, torna a encher-se, a que chamam *carregar.*

17 — **Manipulação.** — O processo empregado é o de *soflagem* e *moldagem.*

Para cada pote existente no forno ha quatro ou cinco operarios: o official, os ajudantes, o caldeante e o rapaz ou aprendiz.

Durante o trabalho, os operarios que sopram o vidro estão sobre

---

[1] Alguns fabricantes, para poderem baratear os seus artefactos, misturam na composição do vidro de garrafa uma grande proporção de sal commum. Por isso a mistura antes de entrar nos potes de fusão é submettida a uma operação que consiste em aquecel-a de modo a seccar-se o sal que assim fica adherente á silica; este processo porém não é necessario quando se emprega o sulfato de soda na composição

um estrado de madeira ou de alvenaria que ha junto de cada bocca do forno á altura de meio ou um metro, pouco mais ou menos do chão, como indica a *fig. 13*.

Fig. 13—Operario soprando uma garrafa

O vidro em fusão para trabalhar é colhido dos potes por meio de um instrumento chamado *canna*,[1] *fig. 14*, que é um tubo de ferro, *aa* aberto em ambos os extremos, um dos quaes, *b b*, serve de emboccadura; junto a esta póde haver uma porção de tubo envolvida por um estojo ou péga de madeira torneada, *d d*, com $0^{m},30$ de comprido e que serve para pegar no instrumento sem o perigo de queimar as mãos no metal do tubo que está muito quente. A *canna* tem $1^{m},80$ de comprido, $0^{m},01$ de calibre e 0,03 de diametro exterior.

Começa-se por aquecer a *canna* introduzindo-a no forno. Quando está quente, o rapaz mergulha no pote a extremidade opposta á emboccadura e vae voltando-a sobre si mesma; quando vê que uma porção de vidro fundido está agarrada á canna, retira esta por pouco tempo e torna a mergulhal a, fazendo esta mesma operação tantas vezes quantas forem precisas para trazer a porção de vidro sufficiente para o trabalho.

Fig. 14—Canna do vidreiro

E' evidente que a primeira porção de vidro é em pequena quan-

[1] Esta palavra *canna* applicada ao tubo de soprar o vidro, é traducção da palavra *canne* com que os francezes denominam aquelle instrumento.

tidade, e por isso se mergulha e retira a canna para que o vidro agarrado, esfriando um pouco e tornando-se mais pastoso, faça com que nova porção a elle adhira quando novamente se mette a canna.

Para o movimento livre das cannas, os operarios como já indicámos, estão subidos n'um estrado collocado em frente da bocca do forno de que se servem, ou então se os fornos são baixos tendo as boccas a meia altura de um homem, teem fossas á roda para esse movimento das cannas.

Fig. 15—Marma

Depois d'isto, o rapaz entrega a *canna* ao ajudante, o qual por meio de movimento de rotação dado ao instrumento, vae distribuindo á roda d'elle o vidro de uma fórma igual e regular, operação esta que se faz sobre uma placa de ferro chamada *marma*[1], com cavidades hemisphericas, como está representada na *fig. 15*.

Tambem a marma póde ser completamente lisa e ter ao lado um bloco de ferro com uma cavidade. Depois de assim estar arranjado na canna caldeia-se o vidro novamente no forno, collocando-o na respectiva bocca; o vidro toma então a fórma de uma pera, *fig. 16* (*A*.

Póde tambem caldear-se em forno separado.

Quando o vidro está sufficientemente pastoso, o ajudante sopra na canna pela embocadura, estando o outro extremo voltado para baixo, e dá-lhe movimento de oscillação. E' para este trabalho que os operarios estão sobre um estrado.

O vidro pastoso toma então a fórma da *fig. 16* (*B*. O caldeante torna a aquecel-o e entregando-o ao ajudante este introduz a canna com o vidro n'uma fôrma e sopra com força, puxando-a ao mesmo tempo para cima; o vidro augmenta de volume e toma a fórma da *fig. 16* (*C*.

Fig. 16—Fabrico da garrafa

Para alongar o gargallo da garrafa assim quasi formada, o ope-

[1] Traducção da palavra franceza *marbre*. Na fabrica das Lobatas chamam-lhe *blóco*.

rario retira *a canna* da fôrma e dá-lhe movimento de balanço; se não ha molde ou fôrma para a garrafa, o fundo d'esta faz-se caldeando-a no forno, mas só o bastante para amollecer o vidro n'esse ponto e poder-se assim trabalhar; depois de amollecido appoia-se sobre o *pontel*, [1] que é uma simples haste de ferro guarnecida de vidro, como está indicado na *fig. 17*.

Esta haste tem diversos usos, sendo o principal o de levar vidro fundido para acabamento das peças.

Hoje, nas fabricas de garrafas, os moldes são completos, e as garrafas sahem d'elles com o fundo já formado.

Fig. 18 Ferr. de tornear gargalo

Fig. 17 Fundo da garrafa

Por fim procede-se ao acabamento da garrafa fazendo lhe o gargalo, operação executada pelo official, formando com o vidro tirado do pote um annel em volta do extremo estreito da garrafa; o processo porém mais perfeito para fazer o gargalo é empregando uma pinça especial, chamada *ferro de tornear*, movida á mão, aquecendo-se para isso a parte da garrafa onde fica o gargalo, *fig. 18*. A operação que consiste em fazer o gargalo com um boccadinho de vidro, levado pelo rapaz no pontel, chama-se *marisar*, e a porção de vidro que se emprega para isso chama-se *marisa*, nomes que se dão em qualquer obra de vidro assim feitas.

Actualmente as garrafas, frascos, e outros objectos, fazem-se em moldes constituidos por duas peças metallicas, unidas por charneiras e fechando-se por meio de alavancas, como se vê na *fig. 19*. E' dentro d'estas fôrmas que se sopra o vidro agarrado ao extremo da *canna*, depois de se arranjar na marma ou no blóco.

Fig. 19 — Fôrma para garrafa

Nas nossas fabricas estes moldes são abertos e fechados pelo proprio operario que sopra a garrafa, tendo para isso um pedal que por meio de alavancas abrem e fecham o molde, o qual elle move á vontade com o pé, dispensan-

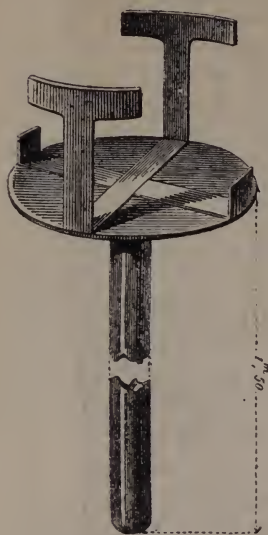
---

[1] Traducção da palavra franceza *pontil*. Na Marinha Grande chamam *pinceta* a este ferro.

do assim o auxilio do *rapaz* que, podendo distrahir-se, prejudica e inutiliza muitas vezes a peça.

Depois da garrafa feita por qualquer dos processos, é levada em supportes chamados *rócas*, cuja fórma é indicada pela *fig. 20*, e collocada em padiolas que depois de cheias vão para as arcas de tempero para recoser, durante 24 horas. Empregam-se para isso pequenas zorras que percorrem com as garrafas as galerias dos fornos desde o extremo mais quente até ao mais frio a fim do esfriamento ser mais gradual.

Fig. 20—Roca

Fig. 21—Fabrico do garrafão

Todo o trabalho de vidro feito pelo operario tem de ser rapido a fim de evitar o esfriamento dos objectos emquanto se manufacturam, e portanto a *tempera* inconveniente, e tambem o prejuizo do reaquecimento constante que faria perder ao vidro certas propriedades que lhe são uteis. Um bom operario deve fazer 600 a 650 garrafas por dia de trabalho.

Os garrafões fazem-se assoprando o vidro em moldes de madeira sobre o qual se vae deitando agua a fim do molde não se incendiar, *fig. 21*.

Quando os garrafões são de grande capacidade e o operario não possa dar-lh'a toda com um sopro, póde usar o systema de injectar pela canna com a bocca uma pequena quantidade de alcool mistu-

Officina de Garrafaria

rado com agua, cuja evaporação rapida pelo calor dentro do vidro o dilata, ajudando assim muito o trabalho.

CAPITULO IV

Fabrico de copos

18 — **Composição da materia vitrificavel.**—O processo de fabrico de copos comprehende tambem o fabrico de garrafas de meza, frascos, tinteiros, saleiros, taças, e todos esses variados objectos de que nos servimos, tão numerosos que seria longo enumerar, os quaes são designados em geral por *coparia*, termo correspondente ao francez *gobleterie.*

A composição da materia vitrificavel varia conforme as fabricas ou a região onde estão installadas, e ainda segundo a qualidade mais ou menos fina que se pretende fabricar.

Para obter um vidro muito claro e facil de trabalhar, pode-se fazer a seguinte composição:

Silica (areia branca)......................	70,40	partes
Soda......................................	3,13	»
Potassa	8,66	»
Cal.......................................	10,00	»
Alumina, ferro e manganesio............	1,51	»

Querendo-se obter o vidro chamado *vidro de Bohemia* póde recorrer-se á seguinte composição:

Silica (areia fina e branca)..............	72 a 75	partes
Potassa.................................	18 a 16	»
Cal......................................	10 a 9	»

Esta ultima composição é principalmente destinada a objectos de luxo.

19 —**Manipulação.**— Os copos e outros objectos fazem-se ou só pelo processo de *soflagem*, ou pela *moldagem* ou ainda pela combinação dos dois processos, o que depende da fórma que tem de se lhes dar.

Apresentaremos uma idéa geral da fabricação de copos, e por ella se verá a marcha do trabalho para todos os objectos semelhantes.

N'este trabalho calcula-se que para cada bocca e pote do forno deve haver 9 a 12 operarios: 1 mestre ou chefe, 2 ajudantes, 1 caldeante, aprendizes e rapazes.

Um aprendiz é o encarregado de tirar com a canna o vidro do pote passando-o a outro aprendiz que arranja sobre a marma esse vidro á roda do extremo da canna, os ajudantes fazem o bojo e o pé do copo (se fôr calix), os rapazes empregam-se em caldear as diversas peças para continuação do trabalho, e o official, além do seu trabalho de dirigir, ainda procede ao acabamento dos objectos.

A marcha do trabalho é a seguinte:

Um aprendiz, depois de ter, como dissemos, mergulhado a canna n'um pote, e ter tirado a quantidade de vidro necessaria, como o faz o rapaz no fabrico de garrafas, entrega-a ao outro aprendiz que arranja a massa á roda da canna sobre a marma, quando não é o proprio que a tira do pote quem faz este trabalho.

A canna com o vidro assim arranjado é entregue a um dos ajudantes, o qual soprando, dá ao vidro o bojo necessario. Recebe depois do aprendiz uma pequena porção de vidro trazida n'um pontel, fórma o pé do copo se este o deve ter, soldando para isso uma porção de vidro pastoso ao fundo do copo; põe depois a canna horisontalmente sobre dois supportes e dando-lhe movimento de rotação fórma com pinças a haste do pé; em seguida recebe nova porção de vidro *(marisa)*, e fórma a base do pé, dando movimento de rotação á canna. O outro ajudante já tem feito uma bola espessa de vidro que separa com uma tesoura e a dá ao aprendiz, que por sua vez a entrega ao official, o qual collando-a ao extremo do pé que já fez, a encosta a uma *palmatoria* de madeira e ahi continuando o movimento de rotação da canna, dá á base do pé a fórma desejada.

Completado o pé destaca-se o copo da canna, depois de o ter soldado ao pontel.

N'esta altura o copo apresenta-se sob a fórma de uma pera, e para lhe formar os bordos passa-se lhe á roda, na altura que se quer um ferro quente, dando-se depois uma pancada secca que faz destacar as duas partes.

Feito este trabalho, um rapaz leva o copo no extremo do pontel á bôcca do forno onde o caldeia, entregando-o depois ao official que á tesoura recorta e regulariza os bordos do copo, e depois de novamente aquecido, o mesmo official dá aos bordos a fórma que se deseja, com o auxilio d'uma espatula de madeira.

Assim acabado, o copo é destacado do pontel e levado para a arca do tempero por um rapaz.

Para abrir o copo a fim de lhe formar a taça e os bordos, em logar de se fazer a separação da parte inutil com o ferro quente e a pancada secca como acima dissémos, o que tem o inconveniente de poder ficar irregular, póde usar-se d'outro systema que se consegue com o apparelho especial representado na *fig. 22*.

Consta esse apparelho de um caixilho rectangular collocado sobre uma meza, tendo em *A* uma lamina d'aço bem afiada, e em *B*

uma caixa contendo gaz de illuminação; esse gaz sahe por uma fenda onde está ajustada uma peça prismatica. Fazendo-o inflammar, apresenta uma chamma muito estreita á mesma altura da lamina *C*.

Depois do copo sahir da arca de tempero o operario colloca-o sobre a meza encostado á lamina, e dando-lhe movimento de rotação e exercendo uma certa pressão, determina-lhe um risco á roda sempre á mesma altura, visto que o copo está sobre a meza, e a distancia d'esta á lamina é constante.

Fig. 22—Apparelho para fazer os bordos dos copos

Depois apresenta em *C* o copo em frente da chamma, que incide exactamente sobre o risco e ouve-se logo um estalido, que indica a ruptura do copo exactamente segundo o risco feito, destacando-se logo as duas partes.

Os bordos do copo assim formados ficam cortantes, sendo necessario, portanto, alisal-os; para isso ou se desgastam n'uma mó ou pedra dura e plana, ou então aquecem se n'uma mufla onde se fundem um pouco as arestas.

Em logar d'este apparelho póde usar-se o systema de fazer incidir sobre o copo uma corrente de ar quente sahida por um tubo achatado, ar que, n'este caso, substitue a chamma do gaz do apparelho

Fig. 23—Ferros do vidreiro

antecedente. O copo colloca-se em frente do tubo e sobre um disco que se move horisontalmente, e o ar quente aquece-lhe assim uma zona muito estreita.

Tocando depois com um ferro frio, as duas partes do copo separam-se segundo a zona tocada.

Os *ferros* do vidreiro para o fabrico dos copos, frascos e outros objectos, estão representados na *fig. 23*, e são as *pinças* ou *ferro de rodear*, *thesoura* e *palmatoria*.

As phases do fabrico de copos está indicada na *fig. 24*, pela ordem das operações.

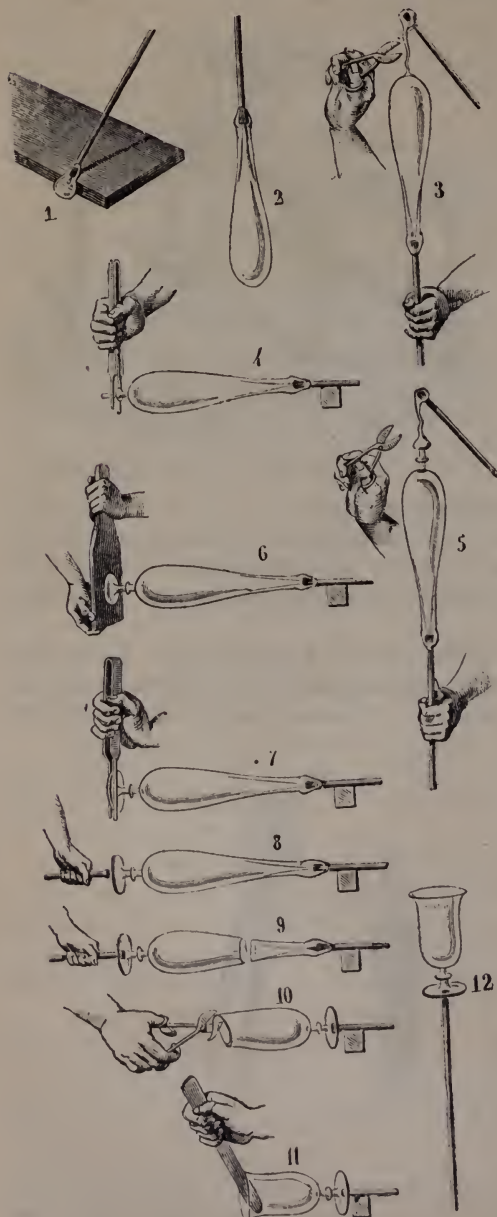



Fig. 24—Diversas phases do fabrico dos copos

1 — Arranjo do vidro na canna sobre a marma, depois de ser tirado do pote pelo ajudante.

2 — Forma que toma o vidro na canna depois de assoprada.

3 — Collocação do pé no copo.

4 — Formação e torneamento do pé do copo por meio de uma pinça, estando a canna horizontalmente sobre os supportes com movimento de rotação, trabalho feito pelo segundo official.

5 — Collocação da bola de vidro para formar a base do pé.

6 — Planificação da base do pé sobre a palmatotoria apresentada pelo rapaz, dando movimento de rotação á canna.

7 — Aperfeiçoamento da base do pé por meio de uma pinça, sempre com movimento de rotação da canna.

8 — Collocação de uma pequena porção de vidro fundido no pé do copo para lhe collar o pontel e separal-o da canna.

9 — Córte da parte inutil do copo por meio do ferro

quente e pancada secca, ficando o copo desligado da canna e seguro no pontel.

10 — Córte dos bordos do vidro por meio da thesoura.

11 — Envasamento do interior do copo por meio da espatula de madeira.

12 — Copo acabado e collocado sobre o pontel.

As operações n.os 9 e 10 são as que podem ser feitas logo de uma vez no apparelho representado na *fig. 22*.

Feito este trabalho outros operarios, em geral rapazes, pegam nos copos por meio de rócas ou de forquilhas e levam-n'os para a arca de tempero onde são collocados em carrinhos que avançam lentamente da parte mais quente para a menos quente, afim de esfriarem gradualmente, durando em geral seis horas esse esfriamento.

20 — **Soflagem mecanica.** — O processo de *soflagem* feito á custa do esforço pulmonar dos operarios, tem-se posto de parte em muitas fabricas por causa dos estragos que produz no organismo um trabalho tão constante e violento, aggravado pela alta temperatura das officinas em que se faz esse trabalho.

O operario, todas as vezes que assopra na sua canna, exerce uma pressão que varia entre 5 a 30 grammas por centimetro quadrado, nos objectos pequenos, e 20 a 75 grammas nas mangas para vidraça e a mesma pressão para garrafas. Comprehende se perfeitamente, em vista de um tal esforço, que o cansaço sobrevenha cedo, e d'ahi a inutilisação do homem.

Para obviar, este inconveniente, adopta-se então a soflagem mecanica que não só poupa a saude dos operarios, mas é mesmo indispensavel para alguns objectos de grande capacidade como são os grandes balões de vidro usados em certas industrias e nos laboratorios, e para fazer as grandes mangas de vidro.

Já em 1826 um operario de uma fabrica de vidro de Baccarat, reconhecendo por experiencia propria quanto era fatigante e prejudicial o trabalho de soflagem pulmonar, inventou o apparelho de soflagem mecanica que ainda hoje se adopta e que tem o nome do seu auctor; esse apparelho é a *bomba Robinet* representada na *fig. 25*, e

Fig. 25 — Bomba Robinet

que serve para a soflagem mecanica de objectos de pequena capacidade.

Compõe-se de um tubo de latão fechado n'uma das exremidades, dentro do qual existe uma mola em espiral tendo no extremo e

do lado da parte fechada do tubo, um embolo de madeira furado ao centro e com um envasamento onde póde entrar o bocal da canna.

Carregando sobre o embolo, a mola cede, e o ar que está dentro do tubo é expulso para dentro da canna até á extremidade que tem o vidro fundido o qual assim soffre a pressão de ar como se elle fosse impelido pelos pulmões.

Foi de certo um bom serviço prestado á industria e especialmente aos operarios, o invento de Robinet, apezar de não satisfazer completamente quando se trata de objectos de grande capacidade. [1]

Deve-se a Leon Appert, engenheiro francez, o approveitamento de certos apparelhos de ar comprimido que permittem a soflagem mecanica.

Para isso estabelece-se na officina um reservatorio de ar comprimido que se produz approveitando a força motora que para diversos fins existe na fabrica.

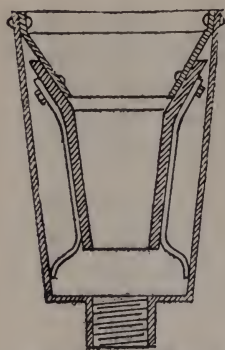



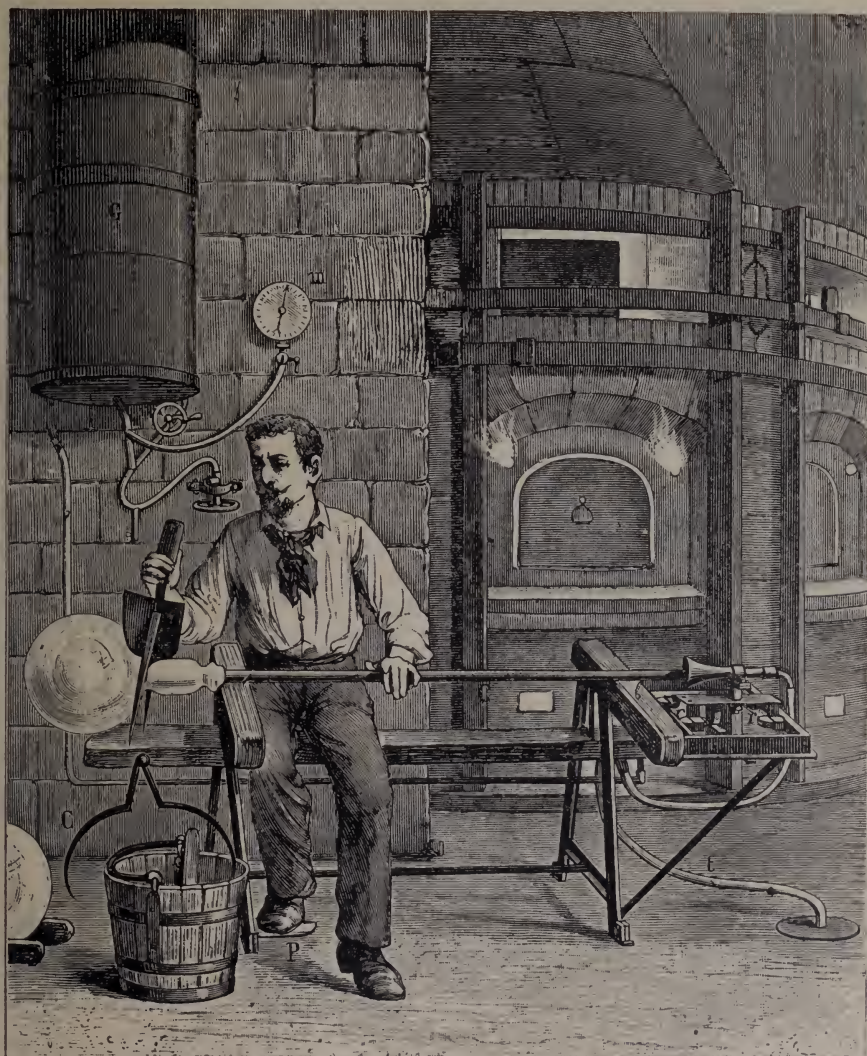
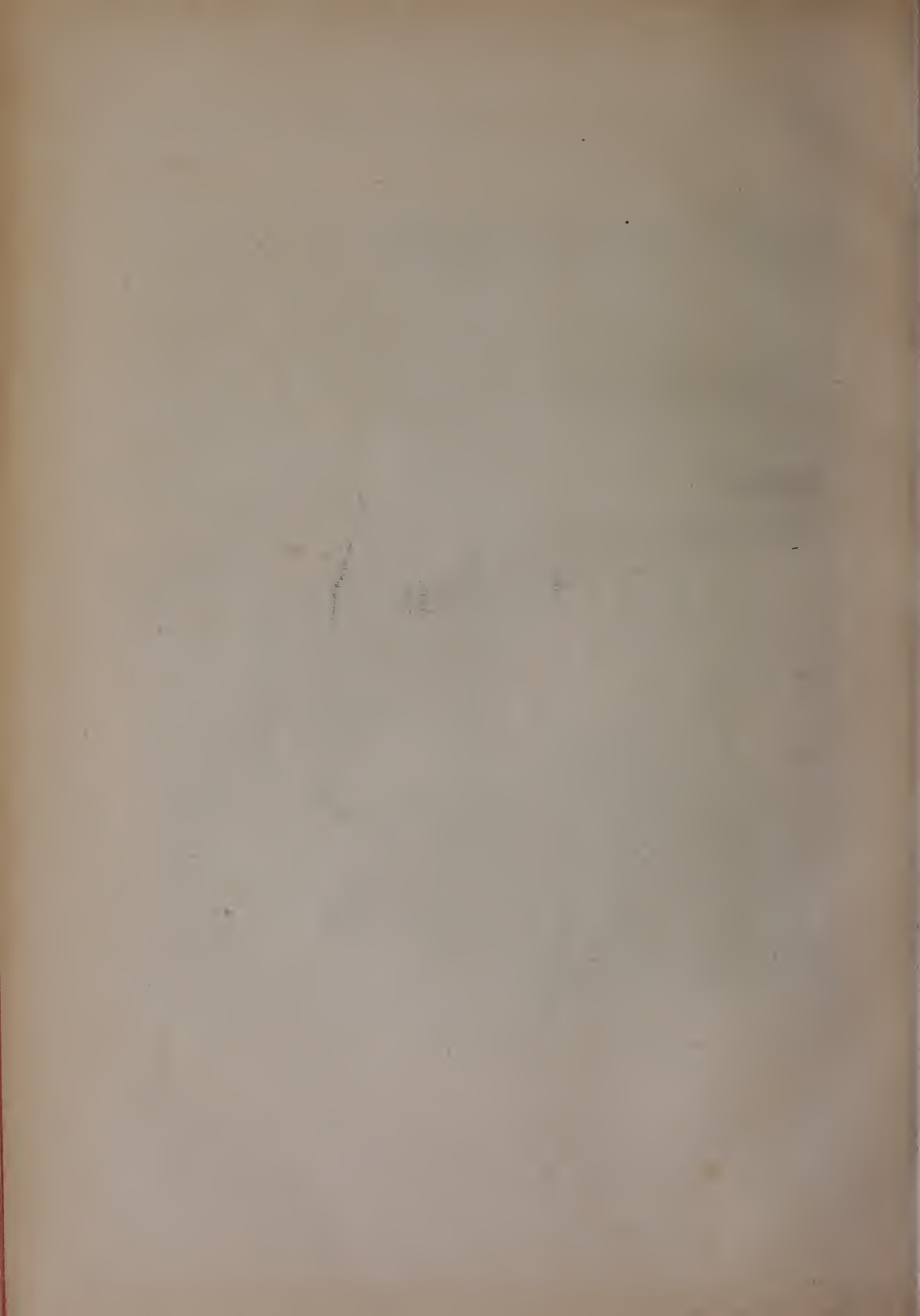
Fig. 26 — Soprador

D'este reservatorio partem canalisações secundarias em cujos extremos se adapta um apparelho especial denominado *soprador* ou *bocal*, *fig. 26*, que é um cone ôcco de cautchuc fixo no interior de outro cone metallico. O cone de cautchouc é aberto no fundo e a elle se póde adaptar a embocadura da canna, de modo que o seu orificio fica em communicação com a abertura do cone e portanto com o canal por onde vem o ar comprimido. A pressão exercida pelo bocal da canna sobre as paredes de cautchuc a que se adapta, faz com que o ar comprimido não se possa escapar.

O ar comprimido entra na canna abrindo uma torneira que ha no extremo do tubo que vem do reservatorio, e essa torneira póde ser aberta mais ou menos por meio de um systema de alavancas movidas por um pedal que está articulado ao banco ou cadeira onde trabalha o operario. Por esta fórma o operario tem a faculdade de fazer entrar na canna o ar comprimido em maior ou menor quantidade, conforme abre mais ou menos a torneira, carregando ou alliviando o pé no pedal.

A *fig. 27* mostra o funccionamento do apaparelho.

---

[1] A fabrica da Rua das Gaivotas adopta a bomba Robinet para os seus operarios. Na fabrica das Lobatas não se usa por se ter reconhecido que o trabalho é prejudicado pelo esforço exercido na bomba, esforço que faz desviar a canna da sua posição, e pelo tempo que se perde em adaptal-a á bomba. Na Marinha Grande tambem não se usa.

Soflagem mecanica com a canna horisontal

O operario depois de receber a canna com o vidro fundido, encosta a embocadura no soprador em *B*; com o pé no pedal *P* faz abrir a torneira *R* de communicação do soprador com o tubo do ar comprimido que, indo pela canna vae dilatar o vidro que abre assim em balão.

O banco representado n'esta figura serve para os trabalhos em que a canna tem de se collocar ao alto.

Quando o trabalho é feito com a canna horisontal o banco tem outra disposição, como se vê na estampa junta.

Fig. 27—Soflagem mecanica

N'ella se vê o banco com o soprador á esquerda do operario, o qual com a mão direita trabalha o vidro com os instrumentos proprios; com a mão esquerda dá movimento de rotação á canna *C*, e com o pé no pedal *P* regula a entrada do ar comprimido.

Vê-se tambem o reservatorio de ar comprimido com a respectiva canalisação e o manometro que indica a pressão a que está o ar, e as torneiras reguladoras.

CAPITULO V

Fabrico de vidraça

21—**Composição da materia vitrificavel.**—A composição do vidro destinado a vidraça varía conforme a qualidade mais ou menos fina que se pretende. Entretanto, a composição mais geralmente adoptada é a seguinte:

Areia branca	100	partes
Sulfato de soda	35 a 40	»
Carbonato de cal	25 a 35	»
Carvão em pó	1,5 a 2	»
Bioxydo de manganesio	0,5	»
Arsenico	0,5 a 1	»
Restos de vidro	100 a 200	»

Cada um d'estes corpos desempenha o seu papel especial quer chimico quer phisico.

A areia dá, como já se sabe a materia vitrificavel.

O sulfato de soda, decompondo-se pelo calor, produz o oxydo de sodio para formar com a silica o silicato de soda, base da composição vitrificavel.

O carbonato de cal decompõe-se tambem libertando o calcio que, unindo-se á silica produz o silicato de calcio.

O carvão exerce a sua acção reductora sobre o sulfato de soda, libertando ao mesmo tempo esta do acido sulfurico.

O bioxydo de manganesio corrige a côr esverdeada que a presença do ferro dá ao vidro.

E' conveniente estudar nas fabricas, por ensaios previos, a composição que mais convem adoptar para este ou aquel artefacto de vidro, estabelecendo uma norma que permitta dar productos sempre da mesma qualidade, facto que tanto influe no credito e valor da producção, como na economia da fabrica.

Por isso na composição do vidro para vidraça, por exemplo, as proporções dos elementos acima indicados não representam um rigor absoluto que se adopte incondicionalmente.

Deve attender-se sempre, seja qual fôr a especie de vidro que se pretenda, ao seguinte:

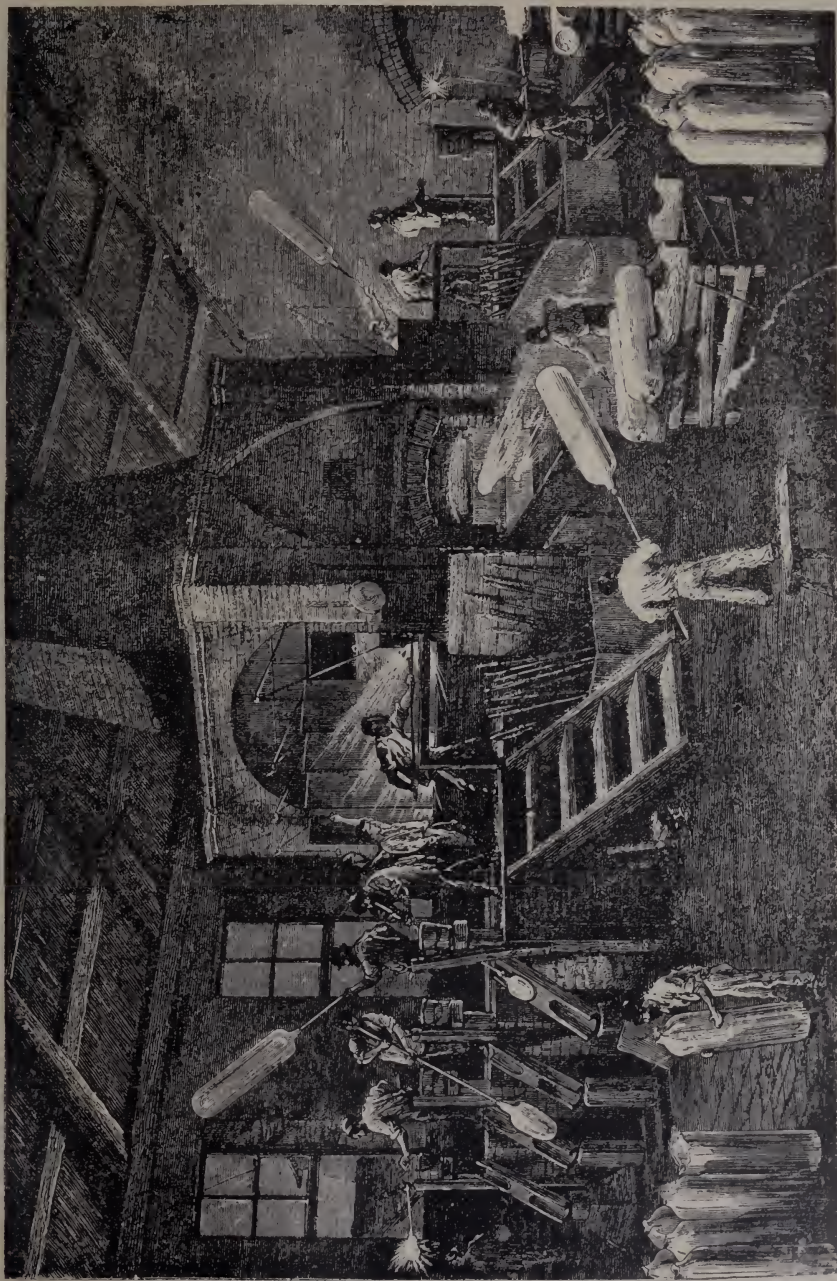
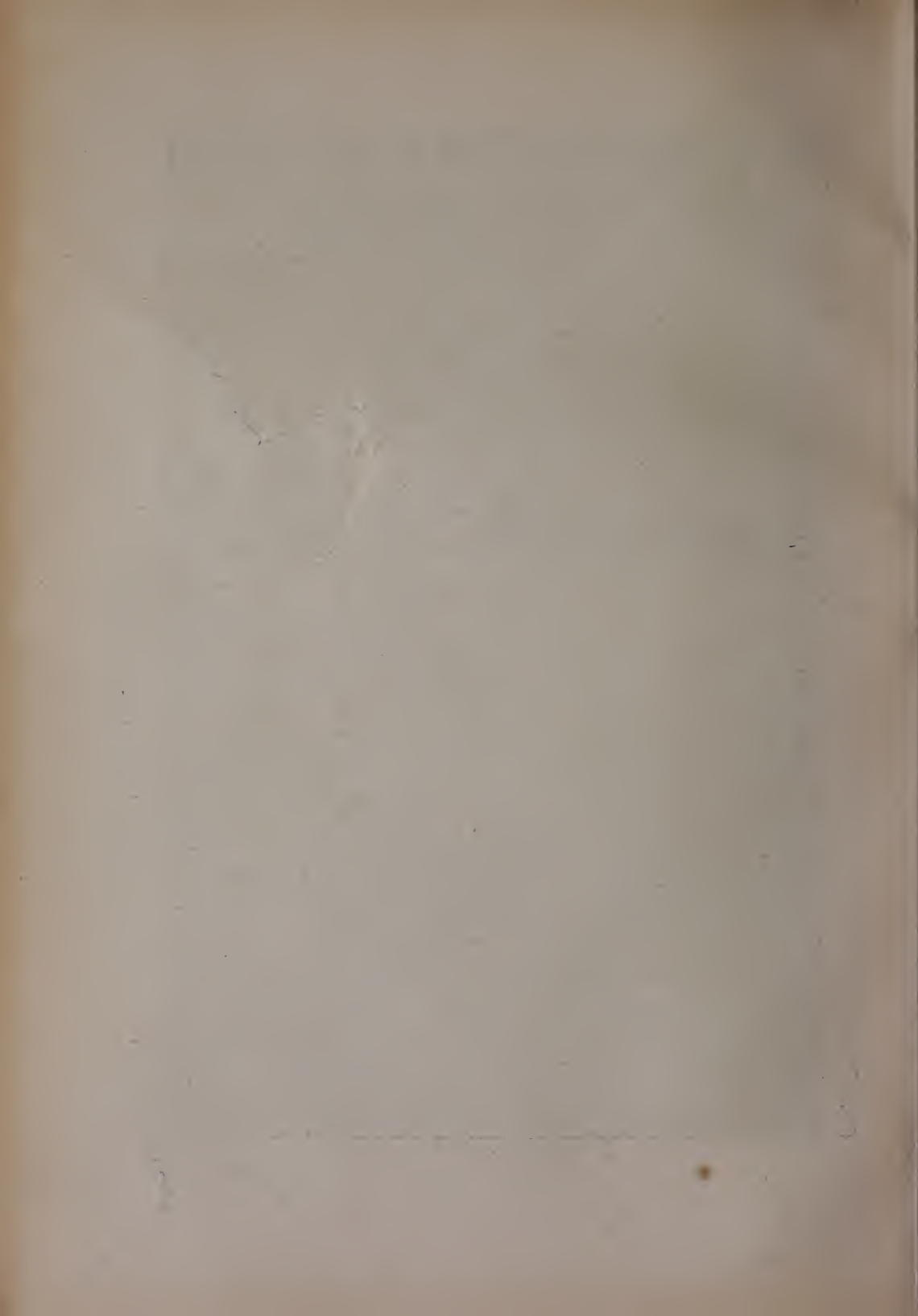
1.º Se fôr augmentada a proporção de sulfato de soda, o ponto de fusão da massa é menos elevado, e portanto menor o consumo de combustivel, mas o vidro obtido é mais alteravel pela humidade.

2.º — Se o augmento fôr na proporção do calcareo, o vidro é menos alteravel sim, mas menos economico por isso que cresce a sua temperatura de fusão; se essa proporção fôr muito forte, o vidro soffre um começo de desvitrificação tornardo-se granuloso, facto que mais rapidamente se manifesta se o calcareo tem magnesia.

As materias destinadas á fabricação do vidro misturam-se por meio de pás em grandes tulhas de madeira; á parte faz-se a mistura do sulfato de soda e carvão que depois se juntam aos outros elementos, reduzindo-se tudo a pó na officina das galgas e peneirando-se depois se tanto fôr preciso.

Vae em saccos para a officina de fusão a mistura assim preparada.

22 — **Manipulação.** — Nas fabricas que não teem forno de tanque a materia vitrificavel para vidraças é préviamente aquecida em potes n'um primeiro forno onde começa a fusão que termina n'outro forno d'onde se colhe para o fabrico. E' este o systema adoptado pela fabrica Barrosa da Marinha Grande, que usa um forno antigo, de fogo directo, a que na fabrica dão o nome de *forno á portugueza.*

De certo que adoptando outro forno mais perfeito dispensaria o previo aquecimento que dá augmento de despeza em combustivel.

Fabrico de mangas para vidraças

Este porém sae barato pela região florestal em que está a fabrica.

Cada bocca do forno tem o seguinte pessoal: o official, o primeiro e o segundo ajudantes, chamando-se *praça* a este conjuncto de bocca do forno e operarios respectivos.

O 1.º ajudante colhe uma camada de vidro com a canna e arranja-a sobre um bloco a que na fabrica dão o nome pittoresco de *boneca* ou *molde de principiar*; depois colhe segunda camada de vidro que arranja n'uma segunda boneca ou bloco a que chamam *molde de acabar*. Como a canna aquece muito, refresca-se com agua contida n'uma celha a que dão o nome de *cavallo de madeira*.

Arranjada a bola de vidro passa-a á mão do official que sopra formando uma pera. Então dá balanço á canna com o vidro para baixo ao mesmo tempo que sopra; assim produz uma comprida manga de vidro fechada em baixo, chegando muitas vezes a balançar a canna a ponto de fazer uma revolução completa, ou *molinete*, no ar.

Aquece novamente a manga no forno, appoiando a canna n'uma antepara com gonzos, a fim da sua entrada se fazer sem o perigo de tocar nas paredes da bocca e resguardar o operario do intenso calor do forno.

A esta antepara porta dão os operarios portuguezes o nome de *serventa*, e os operarios francezes que trabalham em nossas fabricas o nome de *creada*.

Retirada a manga, o 2.º ajudante *marisa-a*, isto é: colloca-lhe uma porção de vidro fundido na callote inferior e com um ferro a que chamam *ferrete*, empurra-a para dentro; o official sopra então com força, e a manga rompe-se com um pequeno estallo; o 2.º ajudante com uma tesoura corta e arredonda a abertura; o 2.º official depois dando balanço á canna obriga esta abertura feita a abrir mais, ficando a manga cylindrica.

O official para regularisar o diametro da manga, levanta a canna de vez em quando no sentido vertical, de modo que a pera primitiva, pelo seu peso, alarga; esta operação faz-se tantas vezes quantas forem precisas.

Este trabalho de fazer as mangas está perfeitamente representado na *fig. 28* e estampa junta.

Como a canna com o vidro é muito pezada, o official sopra o vidro descançando-a sobre uma forquilha cravada n'uma haste e ligada ao estrado; a essa forquilha chama-se *tranquilha*.

Vê-se por este modo de fabrico, que elle consiste na soflagem combinada com o peso e acção da força centrifuga, e portanto é o processo dos *cylindros* ou *mangas*.

Aberta a manga de um dos lados é preciso separal-a da canna, o que se faz passando-lhe á roda da callote, junto ao boccal da canna e na parte mais estreita, uma pinceta fria e dando depois uma pancada secca com a canna sobre os cavalletes de madeira em que ella se appoia.

A esta operação de tocar o vidro com um ferro frio para lhe promover a ruptura, chama-se *cedar* ou *acedar*.

Quando a separação não se faz bem por a manga rachar em qualquer direcção differente da que se pretende, pica se com a pinceta no extremo da parte inutilisada, e depois dá-se a pancada secca.

Fig. 28 – Fabrico de mangas para vidraça

E' preciso agora regularizar esta abertura para a tornar igual á do outro extremo da manga. Para isso o 1.º ajudante *marisa-a*, isto é: enrola-lhe em volta um fio de vidro fundido separando-se então essa pequena parte da manga.

Resta fender a manga, isto é, abrir o cylindro de vidro segundo uma geratriz. Para isso o ajudante com um ferro em brasa chamado *ferro de rachar*, introduzido por dentro ou por fóra da manga, vae friccionando esta sempre sobre a mesma geratriz, como representa a *fig. 29*, tendo o cuidado de ir avançando o ferro da parte da manga que esteve pegada á canna para a parte opposta que está mais fria, salpicando-a antes com serradura para o calor excessivo não a fazer es-

tallar. Depois a manga abre por si ou então obriga-se a isso molhando-a em qualquer ponto da geratriz por onde passou o ferro. A abertura da manga póde ser feita a diamante.

Na *canna* fica sempre adherente uma porção de vidro que póde aproveitar-se tornando-o a deitar no pote, verificando-se antes se leva algum ferro da canna, o qual iria alterar a côr do vidro.

Na *fig. 30* encontra o leitor as diversas phases porque passa o vidro, desde a sua primeira fórma em pera, na canna, até á lamina sahida da *estenderia*. Na *fig. 31* veem-se tambem as phases da formação da manga.[1]

Fig. 29—Operação de *rachar a manga*

23—**Estenderia ou formação das chapas.**—Segue-se a planificação dos cylindros, isto é, a sua transformação em chapas ou folhas, operação que se chama *estenderia* e que se faz em fornos proprios em que se teem introduzido alguns aperfeiçoamentos.

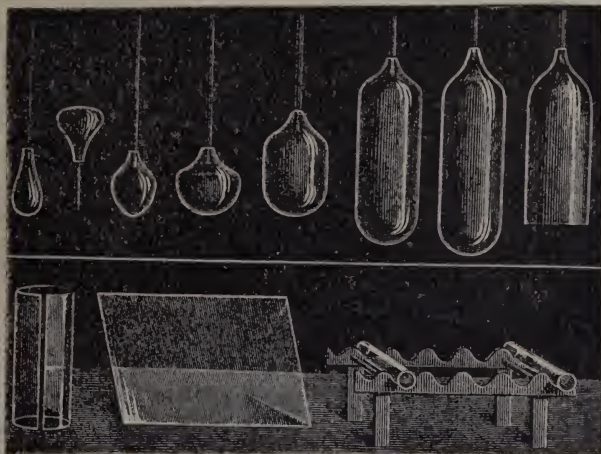



Fig. 30—Fórmas successivas do vidro para vidraça

[1] *Fig. 31.*—1 Arranjo do vidro na boneca de marmear;—2 posição da canna para alargar o diametro da manga; — 3 e 4 extensão da manga pelo balanço da canna;—5 alargamento do extremo livre da manga pelo balanço depois de feita a ruptura por meio da marisa; — 6 regularisação da abertura da manga depois de separada da canna.

O forno geralmente adoptado é o forno de mesas rolantes como o representa em planta a *fig. 32*.

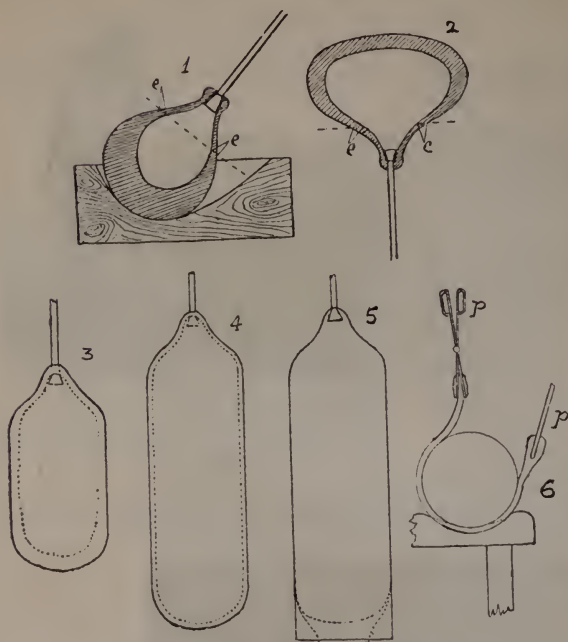



Fig. 31 — Formação da manga para vidraça

Os cylindros de vidro já abertos vão a este forno e entram pela abertura *a* para serem collocados sobre a pedra *C*, onde são submettidos a uma temperatura sufficiente para os amolecer, e quando estão bastante amolecidos, um operario, com uma regua de madeira, afasta os bordos da parte aberta do cylindro, o qual, estando já bastante pastoso abre completamente por si. Depois, pegando n'um polidor que é uma barra de ferro terminada por uma massa do mesmo metal, com um dos lados muito polidos, alisa a folha rapidamente sobre toda a superficie com essa parte polida do instrumento, até ella ficar perfeitamente plana.

Feita esta primeira operação, representada nas *figs. 33* e *34*, a pedra *C* com a chapa de vidro é impellida para *c*, e pela abertura *b* o operario passa-a para a pedra *D*, situada n'um compartimento menos quente do forno onde ella esfria. De *D* a pedra passa com a chapa para *d*, onde se esfria completamente, indo depois para uma caixa de ferro *E* que se introduz n'uma galeria de recoser *FF* existente no proprio forno, ou aproveitando-se as galerias do forno de fusão.

Fig. 32 — Forno de estenderia (em planta)

Os fornos de estenderia são de diversos typos, mas os que geralmente se usam são os antigos que não teem as mesas rolantes, os fornos de *Chance*, os de Frison, os de Segard e finalmente os Bievez.

A adopção de qualquer d'estes systemas depende da importan-

cia da fabrica, pois alguns d'elles são de preço elevado, e tambem do fim a que são destinados os vidros. Comprehende-se facilmente que para chapas de vidro ordinario destinadas a caixilhos pequenos, não se vae construir um forno de custo elevado.

A fabrica Barrosa, da Marinha Grande, adopta o systema antigo. A manga é aquecida gradualmente n'um forno; quando está amolecida passa para outro compartimento e é collocada n'uma chapa de vidro a que chamam *legra*, sobre a qual se espalha pó de talco. A legra está assente sobre uma mesa de pedra e tem um aro de ferro collado, por onde se puxa por meio de um ferro, com o nome inglez *craft*.

Fig. 33—Estender a manga

Depois de alisada com o polidor a chapa é impellida para o *forno de levantar* (assim lhe chamam na fabrica), onde a temperatura já é mais baixa; é n'esse compartimento que o operario levanta a chapa ao alto, encostando-a a barras de ferro por meio de uma grande forquilha; ahi ellas recosem ficando depois promptas para o mercado, ou para irem para a officina de foscar.

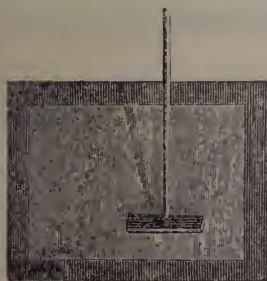
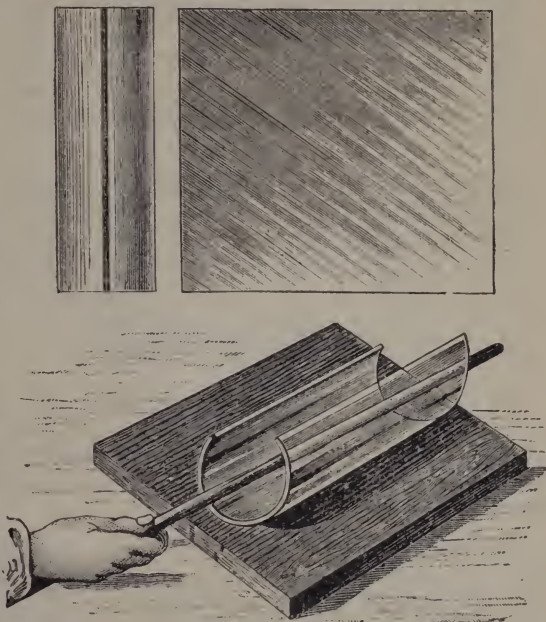



Fig. 34—Alisar a malga

O forno adoptado n'esta fabrica está indicado em córte horizontal e vertical na *fig. 35*.

A *fig. 36* representa uma vista interior.

Em *a* vê se a parte do forno onde se amollece a manga; *b* é o forno de recoser que na fabrica Barroso chamam forno de levantar e onde se veem as chapas collocadas ao alto; *c* é a entrada das mangas para o forno de estender que está em *d*.

Na fabrica Nacional da Marinha Grande o forno de vidraça adoptada é do systema que está representado na *fig. 37*,

As *mesas* são de pedra muito lisa, e não precisam de *legra* para assentar e alisar a placa a qual é assente directamente sobre a mesa.

As mangas de vidro entram por uma galeria para o forno de aque-

cer *C*, que é ao mesmo tempo forno de estender; de *C* é impellida para o logar *D* de uma mesa girante circular *M*; esta mesa, por meio de uma alavanca exterior, move-se de maneira que a chapa fique na posição *E*, sendo d'ahi impellida para *F* e d'ahi para *G*, que é uma galeria ou forno de recoser, onde se vão collocando todas as chapas, que successivamente se deslocam até sahirem frias pelo extremo da galeria.

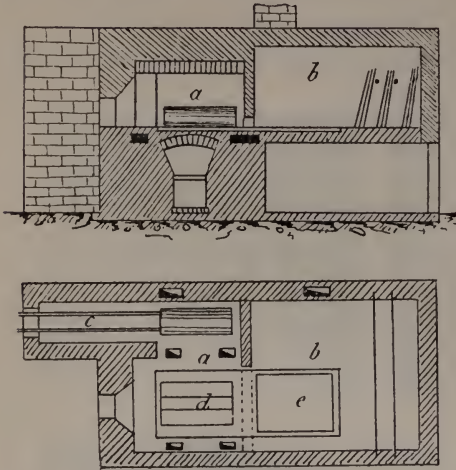



Fig. 35—Forno antigo de estenderia para vidraça

N'estes fornos tambem dão o nome de *serventas* a uma especie de guincho sobre que assentam as mangas para darem entrada no forno de aquecer.

Este forno é aquecido a gaz.

24 — Processo do prato. As chapas para vidraça tambem pódem ser feitas pelo processo chamado *do prato*, que consiste no seguinte: o ajudante respectivo junta no extremo da canna uns 8 a 9 kilos de vidro pastoso tirado do forno e arranja-o á roda da canna sobre uma *marma bem polida*.

O official então sopra-a dando-lhe a fórma de pera, e depois reaquecendo dá-lhe a forma de uma grande bola; n'esta occasião forma-lhe uma especie de botão proximo da canna, pondo a esphera em contacto com duas mós tangentes, as quaes lhe fazem uma incisão que mais tarde facilita a sua separação da canna, indo depois a caldear.

Fig. 36—Vista interior do forno antigo de estenderia

Como a massa de vidro é pesada, para o resto do trabalho a canna é collocada horizontalmente em dois supportes, encostando-se a bola de vidro sobre um prato de ferro que não deixa estendel-a no sentido do eixo da canna.

Completa-se então o trabalho de soflagem, que n'este caso póde ser feito mecanicamente, e terminado elle separa se o globo da canna, collando o primeiro a um pontel do lado diametralmente opposto á canna, o que se faz trazendo do pote no *pontel* uma pequena porção de vidro fundido que se solda ao globo deixando-se esfriar.

Fig. 37—Forno de estenderia adoptado na Marinha Grande

Feito isto, destaca-se o globo da canna, applicando-lhe um ferro frio sobre a incisão anteriormente feita nas mós quando se formou o botão, ficando assim o balão separado da canna com uma abertura circular de 5 a 6 centimetros, e do lado opposto, fixo ao pontel.

Essa abertura está collocada n'um ponto mais espesso da esphera de vidro e esta vae a uma bocca especial do forno, de $1^m,20$ de diametro onde o operario a introduz, fazendo girar a *canna* com velocidade crescente sobre si mesma; por este modo a força centrifuga vae alargando cada vez mais a abertura, até que a esphera fica transformada em uma superficie quasi plana; chegada a esta fórma, essa superficie de vidro é collocada sobre uma superficie plana, tira se-lhe o pontel, e leva-se para a arca de tempero, e é regularisada depois a diamante. Na *fig. 38* estão representadas as phases d'este processo: *a)* pera de vidro no começo da operação, — *b)* for-

Fig. 38—Phases do fabrico de vidraça pelo processo do prato

mação da esphera encostando a pera ao supporte de ferro,—*c)* linha por onde se separa a esphera da canna,—*d)* posições que vae tomando o vidro com o movimento de rotação na bocca do forno.

Este processo dá ás chapas de vidro um polido mais perfeito e brilhante do que o que se consegue com o systema das mangas, que tem o inconveniente de muitas vezes raiar e sujar as placas; mas tem o inconveniente de dar mais perdas de vidro, e só póde produzir chapas pequenas de espessura regular.

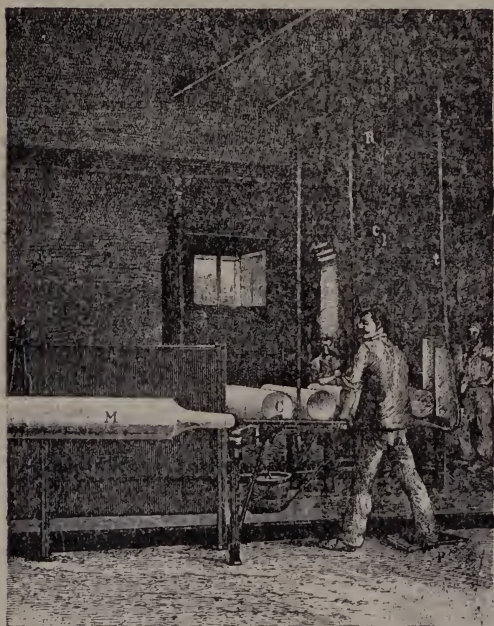



Fig. 39 — Fabrico das grandes chapas com soflagem mecanica

25 — **Manipulação de grandes chapas com soflagem mecanica.** — Tratando se de fazer grandes chapas de vidro com a *soflagem* mecanica, os tubos de communicação do ar comprimido são de cautchuc e passam por uma roldana ligada a uma trave do tecto da officina, e o soprador de cautchuc onde-se introduz a embocadura da canno é movel; por este processo póde a canna pôr-se em todas as posições possiveis, o que facilita muito o trabalho, do qual se faz uma idéa vendo a *fig. 39*.

As enormes espheras que se obteem com a grande massa de vidro (8 a 9 ᵏ) quando se fazem as chapas para vidraça, podem attingir uma capacidade de 2:000 litros, tendo então a canna de ser manejada por dois operarios, e encostada horisontalmente sobre um supporte *S*, *fig. 40*.

26 —**Vidros de relogio.**—O fabríco d'estes objectos é hoje feito por um processo muito simples, que consiste em fazer grandes bolas de vidro com $0^m,70$ a $0^m,80$ de diametro, adoptando as disposições que vimos no numero antecedente para o fabríco das chapas.

Feita a bola é dividida em 3, 4 ou 5 grandes calotes esphericas, com o auxilio de um ferro em braza.

Estes grandes calotes ou se approveitam para vidros de relogios de parede, ou são cortadas e subdivididas em pequenas calotes para relogios de algibeira, que se cortam da calote grande, por meio de um compasso com ponta de diamante; vão depois ou para moldes de terra muito fina com a concavidade que se deseja, ou para mol-

des convexos. Os moldes concavos teem a vantagem de dispensar o polido nas superficies que se limita aos bordos.

Para vidros de relogio de algibeira é preciso adoptar uma composição que dê vidro bastante duro, para não se riscar facilmente com o uso, e pouco hygrometrico a fim de não deixar entrar a humidade para as peças sempre delicadas do relogio.

Essa composição póde ser a da seguinte fórmula:

Areia..........................	65	partes
Carbonatos de soda ou potassa....	23	»
Cal............................	10	»
Azotato de soda................	1,5	»
Arsenico.......................	0,5	»

Escusado é dizer que o cristal é geralmente empregado quando se trata de relogios de luxo e alto preço.

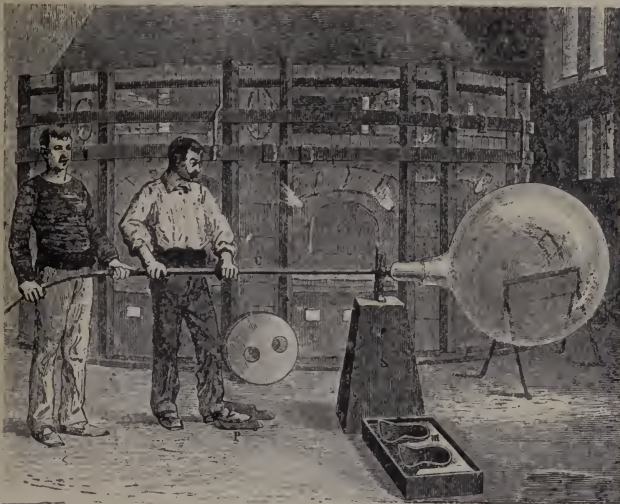



Fig. 40—Grandes espheras de vidro feitas pela soflagem mecanica

Para esse effeito cortam-se das espheras calotes maiores ou menores, e estas ainda são divididas em outras mais pequenas, n'um apparelho vertical terminado por um diamante, trabalho em que se pôdem empregar mulheres.

27 — **Processo da laminagem.** — Este processo póde applicar-se á manufactura das chapas para vidraça e consiste em fazer passar o vidro no estado pastoso entre dois cylindros metallicos como os que se empregam para a laminagem dos metaes.

Na America adopta-se o vidro em muitas construcções, para o que elle é laminado por cylindros e ao mesmo tempo encorporado em fios metallicos; obtem-se assim grandes chapas de vidro muito solidas com as quaes se fórmam tectos e tabiques por onde a luz atravessa o que é de grande vantagem em muitas officinas.

CAPITULO VI

Fabrico de espelhos

28 — **Composição da materia vitrificavel.** — Antes de se chegar ao uso do vidro para o fabrico de espelhos, eram estes objectos feitos de metal polido ou de ligas metallicas em que entrava a prata e o estanho. E' mesmo provavel que a vaidade humana começasse a manifestar-se ao ver a sua imagem nas superficies tranquillas das aguas, e d'ahi passasse para o polido das pedras; é certo, porém, que de progresso em progresso a industria chegou á perfeição dos magnificos espelhos de Veneza.

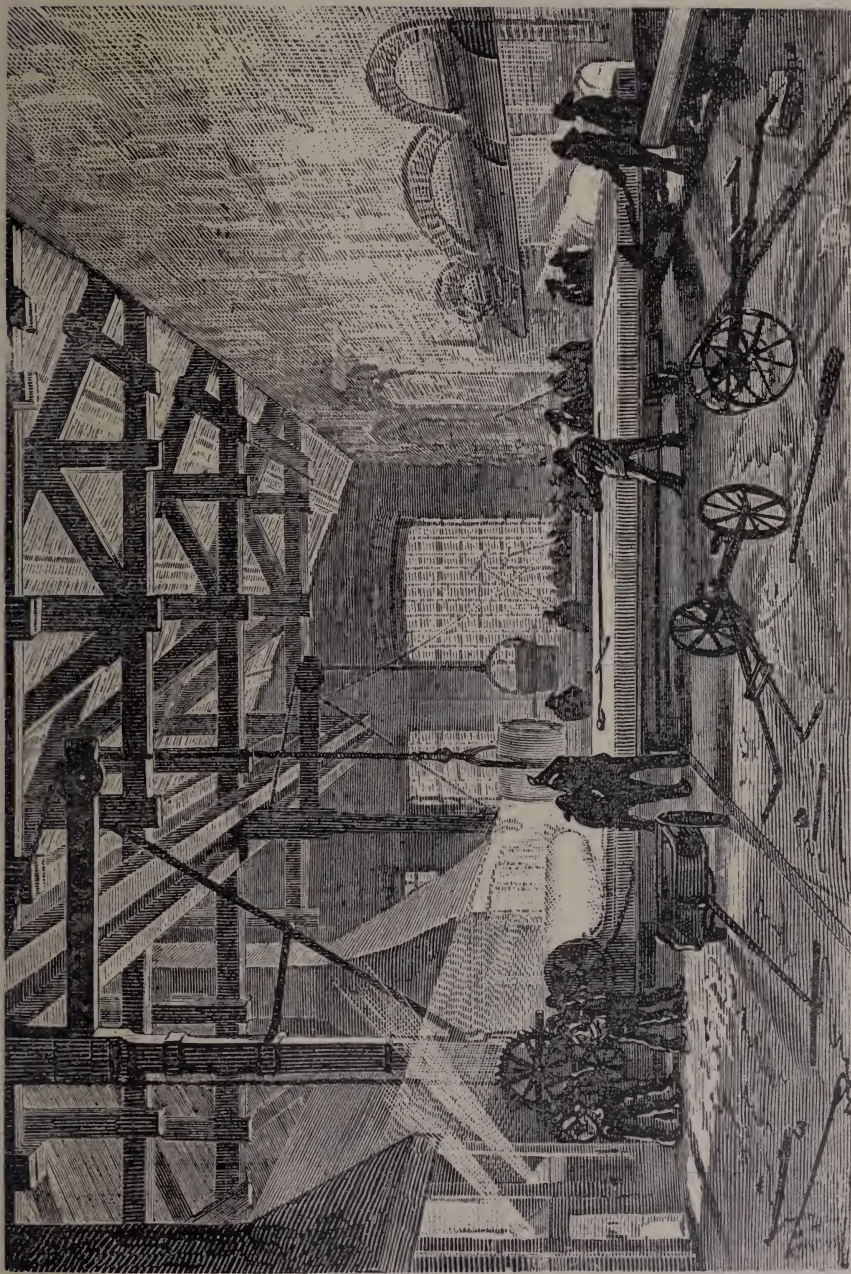
Hoje o vidro empregado na industria dos espelhos bons, porque os ordinarios são feitos de vidro de vidraça, tem a seguinte composição:

Areia branca......................	270	partes
Sulfato de soda.....................	100	»
Carbonato de cal....................	100	»
Carvão..........................	6 a 8	»
Vidro calcinado (calcim).............	300	»

Em muitas fabricas emprega-se o carbonato de soda em vez do sulfato, o que torna dispensavel o carvão.

Como as qualidades principaes d'este vidro devem ser a limpidez e a ausencia completa de qualquer côr, tem de se tomar certas precauções na escolha de materias primas, na sua preparação prévia, e na temperatura muito regular e elevada dos fornos de fusão, no tempo da sua duração, e na qualidade do barro dos potes, os quaes devem resistir bem a uma elevada temperatura.

Para conseguir a ausencia completa de qualquer côr escolhem-se materias primas de extrema pureza, pois é certo que os oxydos de manganesio, ou de cobalto, não têem effeito algum para esse fim, como a experiencia tem demonstrado.

A limpidez é ajudada pela temperatura forte, regular e de longa duração.

Formação de um grande espelho (primeira operação)

A areia deve ser branca, o calcareo puro, e o carvão é de madeira, muito escolhido e reduzido a pó, o que deve fazer-se aos outros materiaes, que devem tambem ir no estado pulvurulento, para o que primeiro se reduzem a fragmentos pequenos e depois vão a um apparelho proprio onde a pulvurisação se torna perfeita.

A mistura d'estas materias deve ser muito intima, havendo para esse fim apparelhos proprios.

Para obter o sulfato de soda, faz-se reagir o acido sulfurico sobre o sal commum em recipientes de chumbo.

Ainda depois de misturadas, as materias primas são peneiradas, e só depois se introduzem nos potes.

Por fim os potes são mettidos no forno quando este já está bem aquecido, a fim de se obter a fusão regular e rapida, e só depois de uma completa *affinação* é que se deixa a massa esfriar lentamente, até adquirir a consistencia pastosa propria para o trabalho.

29 — **Manipulação**. — O processo usado no fabríco de espelhos é o chamado de *moldagem por pressão*, e a manipulação de espelhos comprehende quatro operações: *moldar e recozer*, *esquadria e córte*, *alisamento da superficie*, *collocação do aço* ou *illuminação*.

Os potes para este fabríco teem de ser feitos por fórma a poderem transportar-se para fóra do forno com toda a massa em fusão dentro, por isso que cada um d'elles tem a materia sufficiente para uma só chapa, cujo peso póde attingir 800 kilos.

Fig. 41 — Potes e aro ou pinça

A *fig. 41* mostra-nos a fórma mais geral d'esses potes, os quaes teem uma ranhura horisontal, onde aperta um aro metallico com pégas, como se vê na parte inferior da figura.

Acompanhando a descripção com os detalhes da *fig. 42*, facilmente se comprehende a primeira phase da manipulação, que é a moldagem. Esta figura é representada em córte vertical na metade superior e em córte horisontal na metade inferior.

Os potes *c c* vêem-se collocados nos seus logares junto ás boccas no forno *A*.

A' direita do forno vê se um guincho *G* com a corrente, em cujo extremo está o aro que péga nos potes. Quando o vidro chegou á *affinação* desejada, liga-se o aro ao pote que se quer tirar, dá-se á manivela do guincho e este transporta-o para *E* por cima de uma meza *T*, de ferro perfeitamente polido, e limitada por quatro reguas de ferro com a altura correspondente á espessura do espelho; chama-se *meza de estender*.

Assim collocado por cima da meza, o pote é virado, correndo

Fig. 42 — Moldagem dos espelhos

o vidro sobre a superficie da meza, onde se estende naturalmente.

Por meio de um rôlo de ferro *R*, pezando uns 400 kilos, e transportado n'uma zorra, faz-se pressão sobre o vidro, fazendo girar o rôlo por meio de rodizios sobre as reguas da meza. Esta pressão faz limitar a massa de vidro á altura das reguas, e torna-lhe lisa a superficie superior.

Feito isto tira-se o rôlo e colloca-se na zorra uma peça plana que fica do outro lado da meza, entre esta e o forno *B* de recozer, servindo de ponte para a passagem da chapa de vidro para dentro d'esse forno, que se chama *carcassa*, impellindo-se ao mesmo tempo a meza para junto d'essa ponte.

Ahi os operarios empurram, com pás proprias, a chapa de vidro para dentro da *carcassa*, onde se conserva uns quatro ou cinco dias para *recozer*.

Antes de vasar o vidro na meza, salpica-se a superficie d'esta com areia muito fina a fim de evitar que o vidro se pegue, e o mesmo se faz sobre o solo do forno de recozer, a fim da chapa escorregar facilmente.

Segue-se a operação da esquadria, operação que tem por fim approveitar na grande placa assim formada as superficies regulares e sem defeitos, por meio de córtes, para obter espelhos com as dimensões que se pretendem. A esquadria tem tambem por fim regularisar na chapa o parallelismo das arestas.

Este trabalho requer uma certa habilidade da parte do operario, pois que da disposição que der á esquadria depende o maximo approveitamento da chapa; e para o executar usa-se um instrumento, que consiste n'uma especie de rodizio d'aço com bicos, com o qual se fazem sulcos em linha recta com o auxilio de uma regua.

Com um pequeno choque, as chapas assim divididas pelos sulcos, separam-se.

Depois de cortada a chapa, segue-se o trabalho mecanico das superficies.

Como o cylindro que se correu sobre a superficie do vidro lhe deixa muitas vezes ondulações, e a areia espalhada sobre a meza e sobre o solo do forno de recozer as deixou com um aspecto rugoso, é preciso destruir esses defeitos, o que se consegue por uma série de operações, que são: *desbaste*, *alisamento* e *polimento*.

O desbaste, cujo fim principal é deixar as superficies do espelho bem planas e parallelas, faz-se fixando por meio de barro o espelho sobre uma grande pedra bem horisontal. Depois desgasta-se com laminas de ferro que se friccionam sobre o vidro, ajudando o desgaste em areia grossa e depois com areia fina, devendo humedecer-se constantemente a superficie do espelho. Completo este trabalho, sobre uma das superficies da chapa do espelho, vira-se este, e faz-se o mesmo trabalho sobre a outra superficie.

Segue-se a operação de alisar, que consiste em esfregar as su-

perficies de duas chapas uma sobre a outra, interpondo-lhe grés fino e depois esmeril. A chapa inferior está fixa e a chapa superior tem movimento; o esmeril é de diversas grossuras, começando-se pelo mais grosso, empregando-se em geral a alumina cristalisada quasi pura.

Segue-se a operação de aperfeiçoar o trabalho precedente, o que se consegue friccionando tambem a chapa superior sobre a inferior, descrevendo o primeiro um oito, e interpondo-se esmeril muito fino.

Finda esta operação, as superficies das duas chapas ficam brancas e sem polido. Para lh'o dar, procede-se á operação de polir, que se executa friccionando as superficies com tóros de madeira envolvidos em feltro grosso embebido em peroxydo de ferro, ou *colcotar*, que é o mesmo peroxydo calcinado, humedecendo-se tambem a superficie a polir com colcotar diluido em agua.

Todas estas operações são actualmente feitas por meio de machinas, e á mão só é feita uma ultima de polir, que tem por fim fazer desapparecer qualquer defeito que ainda fique na superficie do espelho, proveniente da imperfeição com que se fez a ultima operação.

As chapas assim preparadas destinam-se depois para vidros de montras ou para espelhos.

3o — **Collocação do aço.** — Para obter a reflexão nitida nos espelhos é preciso dar-lhes o *aço*, operação a que se chama *illuminar*.

A camada metallica usada para dar á chapa de vidro a propriedade de reflectir nitidamente os objectos e a que vulgarmente se chama *aço*, póde ser constituida pelo estanho, pela prata, ou pela platina.

O emprego do estanho é dos mais vantajosos, mas como tem de se empregar em amalgama, isto é, ligado ao mercurio, tem o inconveniente de ser muito prejudicial á saude dos operarios.

Por isso é hoje muito vulgar o emprego dos saes de prata, que depositam este metal na superficie das chapas.

A platinagem tem o inconveniente de dar aos objectos reflectidos um tom escuro, por isso não se usa muito, embora tenha a vantagem de poderem as chapas de vidro ser menos espessas e só polidas d'um lado, vantagem que é a favor da economia.

Effectivamente, n'este caso, a camada de platina é dada na frente do espelho e os raios luminosos não teem que atravessar a espessura do vidro, o qual é apenas um supporte da camada reflectidora, precisando portanto estar polido só de um lado.

Daremos uma idéa summaria dos tres processos:

a) Estanhagem. Sobre uma mesa de marmore bem plana, ou mesmo sobre uma das chapas de vidro já feitas, em todo o caso com a superficie bem limpa com estanho calcinado, estende-se uma folha de estanho um pouco maior do que a superficie do espelho, operação

que se faz com o auxilio d'uma escova, como tambem se pratica quando se forra uma parede a papel, a fim de ficar bem estendida e lisa.

Estendida a folha de estanho, cobre-se com uma camada de mercurio, empregando para isso rolos feitos de fios de linho. Depois collocam-se nas tres arestas da mesa umas reguas de vidro, que servem para não deixar cahir a camada de mercurio que em seguida se deita sobre a folha de estanho, camada que deve ter uns 2 ou 3 millimetros de espessura.

A chapa de vidro é então collocada por uma das suas arestas, préviamente talhadas em cutelo, sobre o extremo da mesa que não tem regua de vidro, e, empurrando-a suavemente em sentido bem horisontal exercendo-lhe pressão na parte superior, faz-se passar por cima da folha de estanho e camada de mercurio, o que obriga o excesso d'este a sahir e ao mesmo tempo a expulsar as bolhas d'ar que possa haver interpostas.

Quando a chapa cobre completamente a camada de mercurio põem-se-lhe pesos em cima, inclina-se um pouco a mesa para cahir o excesso de mercurio, e deixa-se assim em repouso durante quarenta e oito horas.

Ao fim d'este tempo, a camada de estanho e mercurio, formando amalgama, está perfeitamente adherente á superficie da chapa de vidro, a qual ainda se deixa seccar durante uns quinze dias a um mez, ao fim do qual se considera o espelho feito.

Como o trabalho de pôr os pesos em cima da chapa de vidro é violento, e além d'isso, tem o inconveniente de poder partir os espelhos, adopta-se tambem o processo de Rabache, que consiste em fazer a pressão por meio de pranchas de madeira envolvidas em feltro, entaladas n'um dos extremos n'uma ranhura praticada na regua d'uma mesa propria, e apertando-se do outro lado por meio de cunhas entre aros de ferro, tudo como se vê na *fig. 43*.

Fig. 43—Pressão pelo processo Rabache

b) Prateamento (argenture). Este processo, que é mais economico do que o da estanhagem, consiste no seguinte:

Depois de se lavar bem a chapa de vidro com cré d luido em agua e que se estende sobre a superficie com uma boneca de pelle, deixa-se seccar; tira-se depois com outra pelle bem secca a camada de cré, e, collocando a placa quasi vertical, lava-se com uma esponja de cautchuc embebida em agua distillada.

Em seguida colloca-se a chapa horisontalmente sobre uma rede metallica aquecida a 35° ou 40° centigrados, e sobre a superficie que se quer pratear e que fica virada para cima, deita-se um liquido formado por 500 gr. de nitrato de prata, 62 gr. de ammoniaco liquido e 500 gr. de agua distillada, que se filtra e se dilue em 16 vezes o seu volume de agua distillada, juntando-se-lhe depois uma solução de 7,5 gr. de acido tartarico em 30 gr. d'agua distillada.

O liquido assim formado e deitado sobre a chapa, fórma ao fim de um quarto de hora um deposito de prata que adhere ao vidro.

Lava-se de novo com agua tepida a superficie, a fim de tirar o pó metallico que não adheriu, para o que se põe a chapa vertical, e tornando depois a collocal-a horisontalmente sobre a rêde aquecida, deita-se-lhe outra vez liquido, mas agora contendo o dobro do acido tartarico, isto é, 15 grammas.

Ao fim de 15 minutos o deposito de prata é perfeito; então torna a lavar-se pelo mesmo processo, e deixa-se seccar. Quando secca cobre-se de uma camada de zarcão com um oleo siccativo, a fim de proteger a camada de prata contra qualquer raspão e contra a acção do tempo.

E' facil conhecer a camada de zarcão pela côr encarnada que os espelhos apresentam do lado da camada de prata.

Este processo faz com que as imagens reflectidas n'estes espelhos sejam um pouco amarelladas, e a camada de prata é um pouco alterada pela presença do acido sulfuroso na atmosphera.

Este inconveniente remedeia-se deitando sobre a camada de prata uma solução de cyaneto duplo de potassio e mercurio. Fórma-se assim instantaneamente uma amalgama de parte da prata com parte do mercurio que fica mais adherente á superficie do espelho, e com um poder reflectidor mais poderoso e perfeito do que a camada só de prata.

c) *Platinagem.* — Este processo, cujos inconvenientes já apontámos, é feito espalhando sobre a superficie do vidro com um pincel um licôr formado por chloreto de platina e essencia de alfazema, depois de secca a camada ao rubro escuro aquece-se a placa de vidro dentro de um recipiente de barro refractario, que deve estar á temperatura do rubro escuro.

Segue-se depois a mesma operação, mas com um licôr formado com chloreto de platina, sub-acetato de bismutho e essencia de alfazema. Esta nova camada serve de resguardo á primeira.

O aquecimento ao rubro representa mais um inconveniente d'este processo, que é muitas vezes a deformação da chapa de vidro.

Faz-se uso d'estes espelhos mais para vidraças de janellas do que propriamente para espelhos. Effectivamente, dando uma camada muito tenue de platina consegue-se tornar o vidro quasi opaco para o interior das casas e quasi transparente para o exterior, o que permitte a quem está de dentro poder ter luz e vêr para fóra sem expôr á curiosidade publica o interior da casa.

Para este fim os vidros devem ser collocados nos caixilhos com a superficie platinada para o interior da habitação.

O processo geral de *estendagem* não é só empregado para espelhos e vidros de montras. Emprega-se tambem para formar chapas de vidro com destino a tectos de edificios; para isso as chapas teem maior espessura do que o vidro para vidraça, e menos do que aquellas que se destinam a espelhos.

Além d'isso, n'uma das faces é polido, emquanto que a outra apresenta desenhos que se obteem em relevo quando o vidro fundido se deita sobre uma superficie que tem esses desenhos em cavado. De resto, o processo para arranjar a superficie lisa é o mesmo que se usa nas chapas de espelhos, recozendo-se tambem nas *carcassas*.

CAPITULO VII

Fabrico de objectos moldados

31 — Processos de moldagem. — O processo de moldagem veiu resolver o problema, outr'ora difficil, de fabricar objectos de vidro para as applicações mais variadas e ao mesmo tempo attingindo taes objectos uma perfeição artistica extraordinaria, antigamente limitada pelo talento d'um ou d'outro especialista no genero, o qual era quasi sequestrado ao convivio social. Isso mesmo acontecia em Veneza, no seculo em que a então republica tinha o monopolio do fabrico de certos objectos de vidro.

Effectivamente, houve uma epocha em que os doges d'aquella cidade prohibiram, sob penas severas, a divulgação de certos processos de fabricar vidro, e, além d'isso, prohibia os seus bons artistas de sahir da cidade, estando até quasi guardados á vista, a fim de evitar que paizes estranhos podessem approveitar os seus serviços em prejuizo do grande commercio e fama do vidro de Veneza.

Mas o progresso não póde avançar em espaços limitados, parecendo até que o infinito é o seu verdadeiro campo de acção; por isso, a despeito de todas as cautelas d'este ou d'aquelle paiz que cria uma industria, ou inventa um processo, essa industria ou esse processo em

breve é imitado e mesmo aperfeiçoado n'outros paizes, chegando mesmo a uma transformação tão completa, que do problema primitivo só resta a memoria honrosa para o inventor.

E', como já dissémos, sobre a propriedade especial do vidro se tornar pastoso e maleavel quando, depois de estar no estado liquido por elevada temperatura, vae esfriando, que se funda o processo de moldagem.

Por este processo se fabricam esses variadissimos objectos de vidro lavrado que nós vemos nas mezas de jantar, quer para uso, quer para ornamentação, taes como fructeiras, centros de mesa, saleiros, garrafas com os feitios mais phantasticos; objectos de *toilette* e sala, como guarda-joias, caixas de pó de arroz, vasos e jarras para flores, caixas de escovas, de sabonetes; objectos para escriptorios, como tinteiros, descanços para canetas, etc., etc. Emfim, não cançaremos o leitor com a enumeração de taes objectos, os quaes por toda a parte se expõem nas montras das casas commerciaes.

São dois os processos de moldagem: por pressão e por estiragem.

32 — **Processo de moldagem por pressão.** — Este processo varía, conforme é regular ou irregular a fórma do objecto a fabricar.

Se a fórma é regular, como por exemplo, uma caixa de superficies lisas ou com relevos leves, o processo adoptado é o que já descrevemos quando tratámos do fabríco de espelhos.

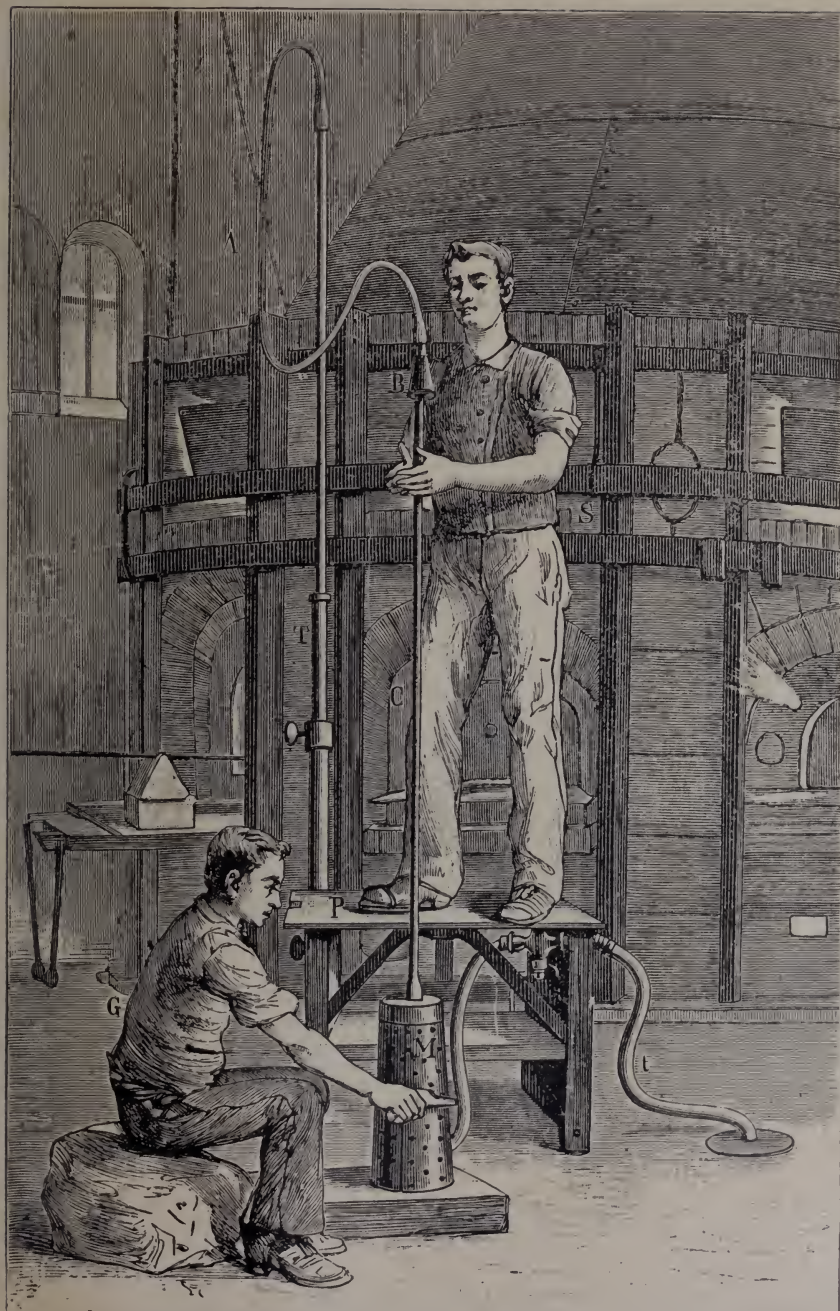
O objecto a moldar fabrica-se deitando o vidro fundido dentro de um molde, e exercendo com um rolo pressão sobre a superficie da massa vitrea.

Tratando-se de objectos de fórma mais irregular ou variada, emprega-se o molde formado de duas ou mais peças, unidas por charneiras, de que tambem já mostrámos um exemplo quando descrevemos o fabrico de garrafas de capacidade determidada (n.º 14), applicando se tambem a soflagem ou a pressão mecanica se o objecto é occo.

A quantidade de vidro a empregar na moldagem de cada objecto deve ser sempre um pouco mais do que o necessario, porque se se deitasse vidro a menos tinha-se de refundir o que fôra empregado, por não se poder accrescentar nova porção de vidro fundido, depois de ter arrefecido a que estava já no molde.

Os moldes são em geral feitos de metal, o que tem a vantagem de dar pelo esfriamento mais rapido uma certa tempera ao vidro, tornando-o mais resistente.

Quando se trata de objectos de grande espessura deve empregar-se o vidro n'um estado de fluidez quasi liquida, e portanto com uma temperatura bastante elevada, a fim de evitar o esfriamento que produziria a separação do vidro por camadas mal unidas.

Ainda no caso dos objectos serem espessos e de grandes dimensões, é muito vantajosa a soflagem mecanica, que é muitas vezes

Objectos moldados pela soflagem mecanica

mesmo a unica possivel, pela grande pressão que é preciso exercer, muito superior á da força pulmonar.

N'este caso, a *canna* que transporta o vidro de que vae fazer-se o objecto colloca-se no sentido vertical, com a embocadura mettida no *soprador*, e a extremidade inferior que tem o vidro fundido é introduzida no molde, que é fechado por um aprendiz.

E' esta operação que representa a estampa junta.

O official está subido n'um estrado, dando movimento de rotação á canna, emquanto que com o pé no pedal *P* abre mais ou menos a torneira do ar comprimido. Este vem pelo tubo que está ligado á canalisação subterranea, sóbe pelo tubo vertical *T*, penetrando depois no *soprador*.

33 — **Processo de estiragem ou tracção.** — Este processo emprega-se especialmente para o fabrico de tubos, que teem as mais variadas applicações, muito especialmente nos laboratorios chimicos e pharmacias.

A *fig. 44* elucida perfeitamente o trabalho de estiragem.

Fig. 44—Fabrico de um tubo de vidro por meio da estiragem ou tracção

O official *S* recebe do aprendiz a canna com a competente porção de vidro pastoso já regulada.

Outro operario *D* solda ao vidro um pontel grande, e põe este ao hombro, inclinando-se para a frente a fim de resistir ao esforço de tracção que vae fazer o operario *S*. Este sopra na canna e vae recuando, afastando-se do operario *D*.

Por esta fórma o vidro estende-se, formando tubo, diminuindo constantemente de diametro emquanto o operario *S* recuar.

Para terminar o movimento de recuo, o operario *S* espera o signal que um aprendiz *G* lhe faz, quando verifica que o tubo tem as dimensões requeridas. Para isso, com um compasso de espessura mede frequentes vezes o tubo, fazendo o signal quando elle chega ao diametro que se deseja aos dois operarios *S* e *D*, que collocam o tubo sobre uma escada horisontal *T T'*. Depois de frio, o tubo é cortado em porções de comprimentos variaveis para as suas diversas applicações

Antigamente só tubos de certas dimensões e de pequeno calibre se podiam fazer, sendo muito sensivel a falta de tubos para grandes canalisações, especialmente de liquidos corrosivos.

Hoje póde conseguir-se esse fabrico, e o apparelho adoptado é o que foi inventado por Appert, engenheiro já citado n'este livro.

Antes da invenção d'este apparelho, as tentativas feitas para o mesmo fim foram infructiferas, pela difficuldade que havia em conservar no molde a elevada temperatura do vidro, entre duas superficies frias de metal: uma do molde exterior e outra do molde interior para o calibre ou *alma* do tubo.

O vidro que entrava no estado pastoso nos moldes, ao fim de pouco tempo endurecia sem completar a sua adaptação, conseguindo-se esta só quando se fabricavam tubos curtos e de pequeno calibre.

O apparelho de Appert veiu resolver o problema.

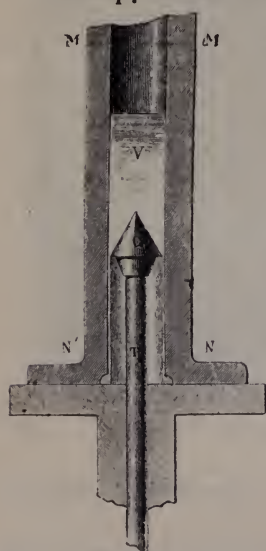



Fig. 45—Apparelho Appert para moldagem de grandes tubos

Consiste elle n'um tubo *M' M N' N* aberto na parte superior, cujo diametro interior é igual ao diametro externo do tubo, podendo abrir em duas ou tres partes por meio de charneiras e collocado verticalmente n'um supporte, como vemos na *fig. 45*.

Na parte inferior, que é fixa ao supporte, existe um orificio circular, por onde entra a haste cylindrica *T* de um embolo *C* de ferro, cujos bordos não tocam nas paredes interiores do grande tubo, mas deixam entre si um intervallo que representa a espessura que ha de ter o tubo de vidro. A haste é movida por meio de ar comprimido.

Quando se começa a operação o embolo deve estar no fundo do tubo, fechando este na parte superior com um disco metallico.

Deita-se então a porção de vidro fundido necessaria para o tubo ou parte do tubo que se deseja fabricar, vidro que se accummula em baixo n'um espaço metallico relativamente pequeno, e onde portanto não póde soffrer grande perda de tempera-

tura, conservando-se por isso no estado de fluidez sufficiente; depois fecha-se a parte superior do molde $M' M N' N$.

Faz-se então subir o embolo C que arrasta adiante de si a massa de vidro V, a qual se solidifica lentamente contra o molde, pois em vista das dimensões diminutas do embolo e da rapidez da operação, a parte do vidro que lhe fica por cima conserva-se pastosa por perder pouco calor.

Quando o embolo chega á parte superior e a excede, separa-se da haste e deixa-se descer esta rapidamente. Depois tira-se o molde para o vidro esfriar completamente e poder continuar-se a operação com outros moldes.

CAPITULO VIII

Objectos de cristal

34 — **Cristal.** — Na antiga industria vidreira chamava-se *cristal* a um vidro branco preparado com materiaes muito puros e manipulados depois com muito esmero.

A designação de *cristal* provinha do facto de considerarem o cristal de rocha como vidro por excellencia. O cristal de rocha é effectivamente silica pura, tem toda a apparencia do vidro, sendo a este superior na dureza, transparencia e resistencia á acção da agua. Funde pelo calor, adquirindo o estado pastoso proprio para ser trabalhado e moldado, sendo então de uma ductilidade incomparavel.

O vidro mais puro não chega a ter a transparencia, pureza e outras qualidades do cristal de rocha fundido, por isso os antigos vidreiros consideravam-n'o como modelo para o aperfeiçoamento dos seus productos.

Hoje chama-se cristal ao vidro em que entra um silicato de chumbo, o qual dá ao vidro um brilho, pureza e transparencia que não se consegue com o vidro ordinario, tendo além d'isso um poder de refracção muito elevado, vantagem que se approveita no fabrico de lentes para instrumentos de optica

O *cristal*, vidro *plumbeo* ou *plumbifero* como tambem lhe chamam, teve, no seculo XVII, a sua origem no facto dos industriaes inglezes começarem a empregar hulha no aquecimento dos fornos.

Effectivamente a hulha, n'um paiz carbonifero como a Inglaterra, era o combustivel que mais convinha pelo lado economico; mas o seu emprego alterava as qualidades do vidro, porque os gazes e fumo da hulha lhe davam principalmente uma côr escura.

Adoptaram então os potes cobertos em fórma de retortas, (fig. 3) cujas boccas se adaptavam ás boccas dos fornos, o que

evitava a acção do fumo; mas a materia vitrificavel recebendo assim menos calor, levava mais tempo a fundir, resultando maior consumo de combustivel.

Lembraram-se então de alterar a composição da materia vitrificavel, augmentando-lhe a proporção de alcali, o que a tornava mais fuzivel, mas o resultado ainda não correspondeu á intenção dos industriaes, porque lá vinha o prejuizo para a qualidade do vidro, que era inferior e se alterava mais facilmente pela acção atmospherica.

Por fim experimentaram o emprego de um fundente metallico, pelo qual chegaram a bom resultado, sendo escolhido, depois de varias experiencias, o oxydo de chumbo.

Isto passava-se nos fins do seculo XVII, e a composição hoje adoptada só differe da antiga pelos melhoramentos introduzidos na chimica, dos quaes resulta uma purificação perfeita da potassa e do oxydo de chumbo, e em geral dos outros componentes do vidro; por isso o cristal attingiu hoje uma perfeição por assim dizer inexcedivel.

Até então era o vidro da Bohemia que tinha a primazia do brilho, transparencia e ductilidade sobre todos os outros vidros, mas o cristal plombifero excedeu-o em pouco tempo.

Não se julgue, porém, que o emprego da base de chumbo como fundente fosse uma novidade: Em objectos de grande antiguidade sujeitos á analyse chimica se descobriu a presença da base de chumbo, mas a formula da composição de certo que se perdeu, porque só depois das tentativas dos industriaes inglezes, é que começou o emprego do oxydo de chumbo (zarcão) na composição da materia vitrificavel.

Os inglezes deram ao seu cristal ordinario o nome de *flint-glass*, e ao cristal mais rico em chumbo e tendo outros elementos, o nome de *strass*, nome do seu inventor.

35 — **Composição dos diversos cristaes.** — A Bohemia é um paiz cheio de florestas, por isso alli o combustivel é abundante e de um preço muito baixo; e como as cinzas dos vegetaes terrestes contêem potassa em abundancia, é facil comprehender que a industria vidreira podia ter ali grande desenvolvimento, dispondo de tão valiosos elementos.

Effectivamente, tendo a Allemanha conseguido attrahir os operarios venezianos sequestrados pelo monopolio vidreiro da republica de Veneza, e começando portanto a exercer em larga escala essa industria, em breve ella penetrou na Bohemia, como era natural, e o vidro ali produzido começou logo a ganhar a fama justificada que ainda hoje conserva, pelas suas raras qualidades.

O vidro da Bohemia é impropriamente denominado cristal, pois não tem base de chumbo, mas simplesmente bases de potassa e cal, além dos outros elementos.

A sua composição é a seguinte:

Quartzo pulverisado..............	100 partes
Cal hydratada....................	17 »
Carbonato de potassa.............	32 »
Bioxydo de manganezio...........	1 »
Acido arsenioso..................	2,5 a 5,5 »
Restos de vidro..................	30 a 50 »

Devemos notar que esta composição tambem varia conforme os elementos de que se dispõe, em relação ao fim que se tem em vista, á qualidade do vidro, sua applicação, região onde a fabrica é estabelecida, etc.

Mas as bases principaes do vidro da Bohemia são a potassa e a cal, havendo formulas que, além d'aquelles elementos, ainda contêem nitrato de potassa, outras em que entram a cal e potassa calcinadas, etc.

Estas variedades, porém, visam em geral a obter uma composição de facil fusão para poupar o combustivel, ou a tornar o vidro leve e resistente, ou emfim a augmentar-lhe a limpidez e brilho.

Por isso, sem fugir á composição inicial, cada fabrica adopta a sua formula.

O cristal ordinario ou *flint-glass* tem nos seus principaes elementos a composição seguinte:

Areia branca..........................	300 partes
Zarcão................................	200 »
Potassa...............................	100 »

Outra formula muito usada em Inglaterra actualmente é:

Areia branca........................	100 partes
Zarcão...............................	66,66 »
Carbonato de potassa...............	28,30 »
Salitre (nitrato de potassa)...........	3,3 a 3,5 »
Bioxydo de manganezio..............	0,50 »
Restos de vidro.....................	160 »

Certas fórmulas conteem o acido borico sob a fórma de borax, (borato de soda), o que tem a vantagem de se poder substituir uma parte de cal pela baryta.

Dá-se assim ao cristal maior transparencia, mais limpidez e mais brilho, e como os alcalis fiicam em menor proporção, o cristal é menos hygrometrico.

Em logar do zarcão, emprega-se outro oxydo de chumbo com o nome de *lithargirio*, mas este oxydo quasi sempre contem oxydos de ferro e cobre que coloram o vidro.

O *strass* é uma especialidade de cristal inventada por Strass nos

principios do seculo XIX, sendo empregado principalmente para imitação de pedras preciosas.

A sua composição é a seguinte:

Cristal de rocha	300	partes
Areia branca	300	»
Zarcão	361 a 470	»
Alvaiade de chumbo (carbonato de chumbo)	514	»
Potassa pura	96 a 168	»
Borax	18 a 27	»
Acido arsenioso	0,5 a 1	»

O *strass* quando misturado com os diversos oxydos metallicos adquire a côr das pedras preciosas que se pretendem imitar.

36 — **Applicações e manipulação do cristal — Vidros de optica.** — O cristal da Bohemia e o cristal ordinario servem para fabricar objectos de luxo; o *flint-glass* juntamente com o vidro denominado *crown-glass* applica-se ao fabrico de vidros de optica; finalmente, o *strass* destina-se á imitação de pedras preciosas.

Os objectos de luxo comprehendendo, como dissémos, a immensa variedade de artigos que todos conhecemos, são feitos pelos processos da moldagem e soflagem, simples ou combinada que já descrevemos.

A fabrica de cristal mais afamada ainda hoje é a fabrica franceza de Baccarat, podendo-se considerar tal fabrica como uma verdadeira escola. O lustre que a estampa junta representa mostra-nos a perfeição artistica a que se tem chegado no fabrico de objectos de cristal.

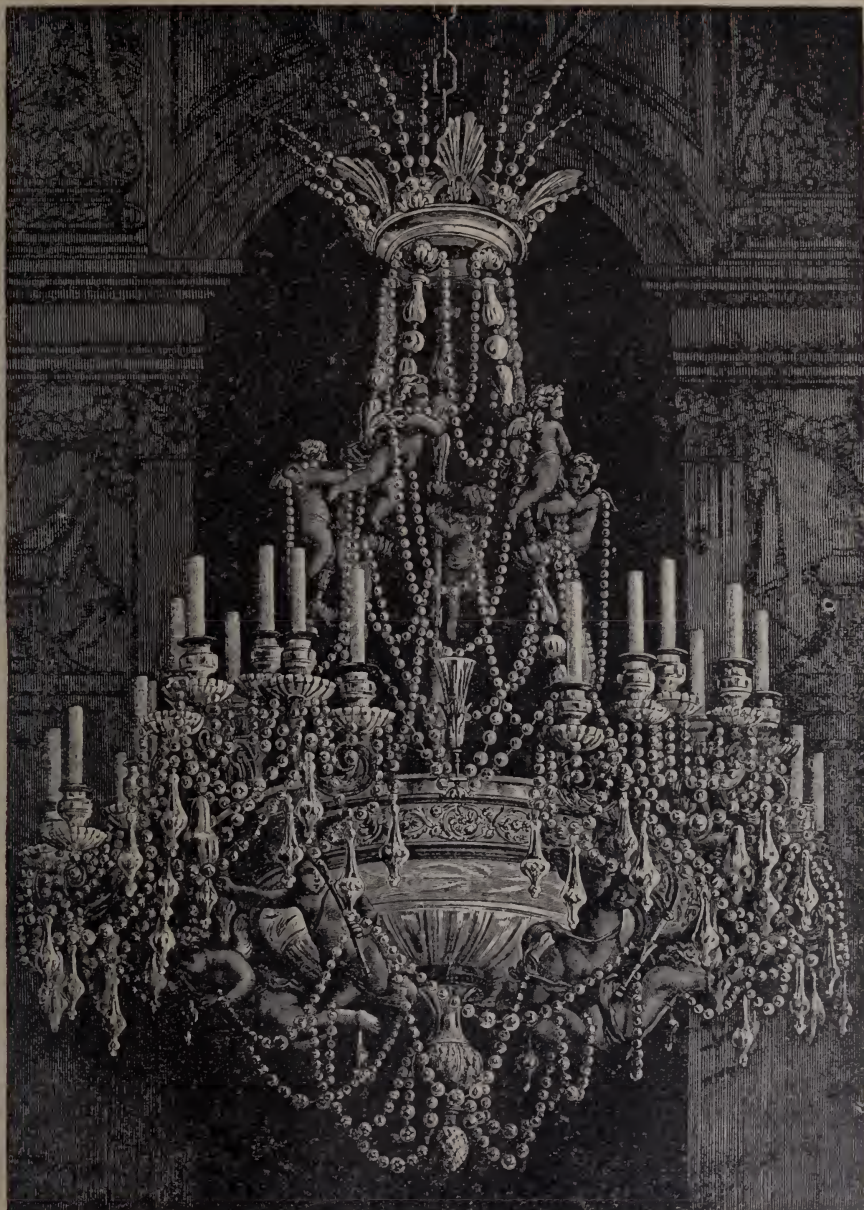
Vamos agora dar uma idéa muito geral do fabrico de vidros de optica.

No fabrico de lentes para instrumentos de optica, deve attender-se a que ellas precisam ter a maxima transparencia e limpidez, e que a sua massa seja perfeitamente homogenea, para que os raios luminosos que as atravessam não soffram deformação e decomposição. Sem estas propriedades nas lentes, as imagens reproduzidas são irregulares e aureoladas das côres do arco iris ou *irisados*.

Este ultimo defeito das imagens córadas desapparece pelo *achromatismo*, propriedade difficil de obter.

A deformação da imagem póde resultar da falta de homogeneidade na massa e imperfeição da fórma espherica da lente.

Em geral corrigem-se estes defeitos pela sobreposição de duas lentes, uma de *flint-glass* e outra de *crown-glass*.

Para obter estas duas materias vitrificaveis ha varias formulas, das quaes apresentamos duas:

Grande lustre de cristal da fabrica de Baccarat

Formula Guinaud	Flint-glass	Crown-glass
Areia branca....	225 partes	400 partes
Zarcão	225 »	20 »
Potassa perlassa.	52 »	160 »
Borax..........	4 »	20 »
Salitre.	3 »	—
Oxydo de manganesio........	1 »	1 »
Acido arsenioso.	1 »	—
Restos de vidro.	89 »	—

Formula Bontemps	Flint-glass	Crown-glass
Areia.........	43,5 partes	100 partes
Carbonato de potassa.....	10 »	42,66 »
Salitre........	3 »	2 »
Zarcão	43,5 »	—
Cal..........	—	21,66 »
Arsenico......	—	0,25 »

O fabrico das lentes para instrumentos de optica, comprehende tres operações: *fusão da materia vitrificavel*, *moldagem* e *talhe*.

Para a fusão adopta-se um pote fechado e um forno especial. Colloca-se a materia vitrificavel no pote e este no centro do forno, *fig. 46;* e como se deve obter grande homogeneidade no cristal, tem de se agitar este durante a fusão. Para isso procede-se assim: aquece-se a materia durante quatro horas no pote fechado, a fim de que o fumo da fornalha não vá alterar a pureza do cristal. Ao fim d'este tempo destapa-se o pote e com o auxilio de uma haste de ferro *A* em angulo recto, agita-se durante algum tempo a materia fundida; mas para evitar que se altere com o contacto do ferro, envolve-se o ramo *B* da haste em um cylindro do mesmo barro do pote; a haste move-se em sentido horisontal sobre o supporte *S*.

Fig. 46—Forno e pote de fusão de flint-glass

Quando se tem a certeza da mistura perfeita da materia, deixa de se agitar até o cristal estar *affinado*, recomeçando-se depois, mas de hora em hora durante umas seis horas consecutivas.

Segue-se depois um esfriamento durante duas horas para sahirem todas as bolhas d'ar que possa haver, e torna a aquecer-se por mais cinco horas, agitando-se continuamente durante duas. A materia toma então certa consistencia, o que difficulta o movimento da haste. Quando isso acontece, tapa-se o pote e as aberturas do forno; deixa-se esfriar lentamente, e no fim d'oito dias parte-se o pote para d'elle tirar o bloco de cristal duro que se formou.

Este bloco é serrado em faces parallelas para se examinar o inte-

rior; depois corta-se em fragmentos tambem de faces parallelas aproveitando só as porções que não teem defeitos.

Procede-se então á *moldagem*, que se faz aquecendo o cristal até ficar pastoso, depois do que, deita-se em moldes de barro refractario. Obtem-se assim pelo esfriamento uma lente em bruto que se desbasta, alisa e pule, operações estas em que consiste o *talhe*.

Para o desbaste de lentes pequenas empregam-se instrumentos de cobre que teem superficies convexas ou concavas de curvatura igual á que devem ter as lentes; a curvatura é convexa no instrumento destinado ao desbaste das lentes concavas, e é concava n'aquelle que se destina ás lentes convexas.

Estes instrumentos estão montados em supportes metallicos que se fixam por meio de parafuso e porca a uma meza ou a um torno.

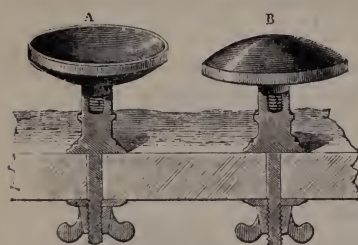



Fig. 47—Taça e bala para desbaste de lentes

Na *fig. 47* vê-se á esquerda o instrumento para lentes convexas, que se chama *taça* e na direita a que serve para as concavas e que se chama *balla;* é pela fricção paciente e cuidadosa sobre estas superficies que se faz o desbaste.

Depois, com auxilio de esmeril, faz-se o alisamento das superficies, e por fim dá-se-lhe o polido com a pedra de tripoli, que é uma argilla muito fina.

Tratando-se de lentes de maiores dimensões, como são as de grandes machinas photographicas ou lunetas astronomicas, haveria uma grande resistencia entre as suas superficies e as da *taça* e *balla* que difficultava e mesmo prejudicava a perfeição do trabalho.

Em tal caso esses instrumentos são feitos de um vidro especial, e a lente que se desbasta e pule é movida á mão e não a torno.

CAPITULO IX

Decoração do vidro

37 — **Processo de decoração do vidro.** — Mesmo no seu estado simples de silicato alcalino, formando os vidros ordinarios mais ou menos córados e incolores, o vidro é um producto interessante e agradavel á vista, pelo seu brilho, maior ou menor transparencia, poder de reflexão e refracção dos raios luminosos, e por todas as suas propriedades emfim mais salientes, a que nós, pelo ha-

bito de o vermos constantemente nos diversos usos domesticos, não prestamos maior reparo.

Mas é realmente phantastica a variedade decorativa que a arte consegue obter do vidro e do cristal, e a technologia dos aspectos que elle apresenta é longa e difficil de limitar, pois que não se passa um periodo de tempo mais ou menos largo, sem que a phantasia de um artista não produza uma nova fórma de decoração.

Entretanto, podemos indicar como processos geraes de decoração, os dois seguintes: *decoração pelo proprio vidro* e *decoração por meio de materiaes estranhos*.

A combinação d'estes dois processos dá origem a objectos de fabrico especial de que trataremos no capitulo seguinte.

A decoração pelo proprio vidro comprehende: *vidro moldado*, *vidro lapidado*, *vidro fosco*, *vidro mussolina*, *vidro givré*, *vidro gravado* e *vidro gelado*

A decoração por materiaes extranhos comprehende: *vidro colorido*, *vidro opala* e *opalino*, *vidro marmore*, *vidro duplo*, *vidro pintado* e *vidro esmaltado*.

38 — Vidro moldado. — O processo de moldagem é já em parte conhecido, pois que, quando tratámos do fabrico de garrafas ordinarias, vimos que ellas, podendo-se fazer por simples sopro na canna e depois arranjo exterior, são comtudo manipuladas em moldes na maioria das fabricas. O processo da moldagem é empregado nas garrafas e frascarias finas, nos vidros canellados muito em uso em certas vidraças que deixam entrar a luz no interior das casas sem deixar penetrar os olhos indiscretos, principalmente, ao tratar-se de janellas ou portas ao rez-do-chão.

A *fig. 48* mostra-nos uma bola de vidro soprada dentro de um molde para fazer o vidro canellado, o qual, sendo destinado para vidraças, segue depois o processo das mangas. O mesmo processo é o seguido com um molde liso para fazer as redomas que se destinam a cobrir objectos que se queiram preservar da poeira e humidade, como relogios, estatuetas, etc.

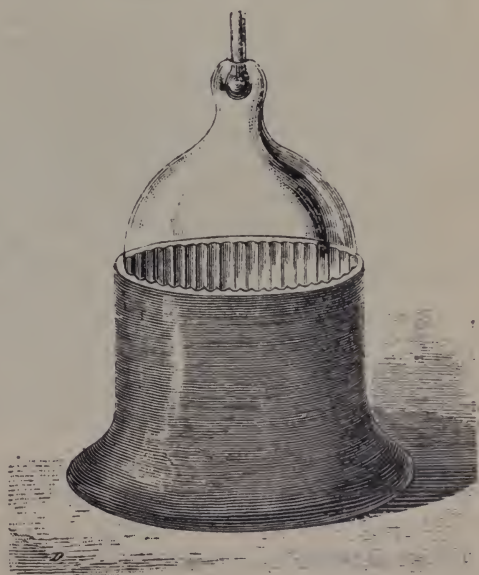



Fig. 48—Moldagem de vidraça canellada

Se as redomas são simples mangas compridas terminadas por uma calotte, ou teem a fórma hemispherica, não é necessario molde, e o processo resume se em soprar uma pera de vidro como se fosse para manga de vidraça, arredondal-a, pondo a canna vertical e a sopral-a de novo para adquirir o comprimento desejado. Isto feito corta-se na altura conveniente.

Se porém, devem ter a fórma oval ou prismatica, sopra-se a pera de vidro, sendo para o primeiro caso, entre duas taboas convenientemente afastadas e inclinadas. A pera vae então alargando para os lados onde não encontra o obstaculo das taboas e toma a fórma oval.

No segundo caso, isto é, para a redoma prismatica, o molde é formado por quatro taboas fechando um espaço quadrangular, onde a pera toma a respectiva fórma.

Para os objectos de fórma regular e sem cavidades, adopta-se a moldagem por meio de simples pressão; para isso deita-se o vidro pastoso n'uma caixa em cujo fundo e lados estão cavadas as fórmas que exteriormente deve ter o objecto, e por meio de um rolo de ferro convenientemente aquecido exerce-se pressão sobre o vidro. Podem tambem os relevos a dar ao objecto de vidro estar cavados no proprio rolo.

Os pesa-papeis de vidro que apresentam exteriormente figuras em relevo, são um exemplo d'este processo.

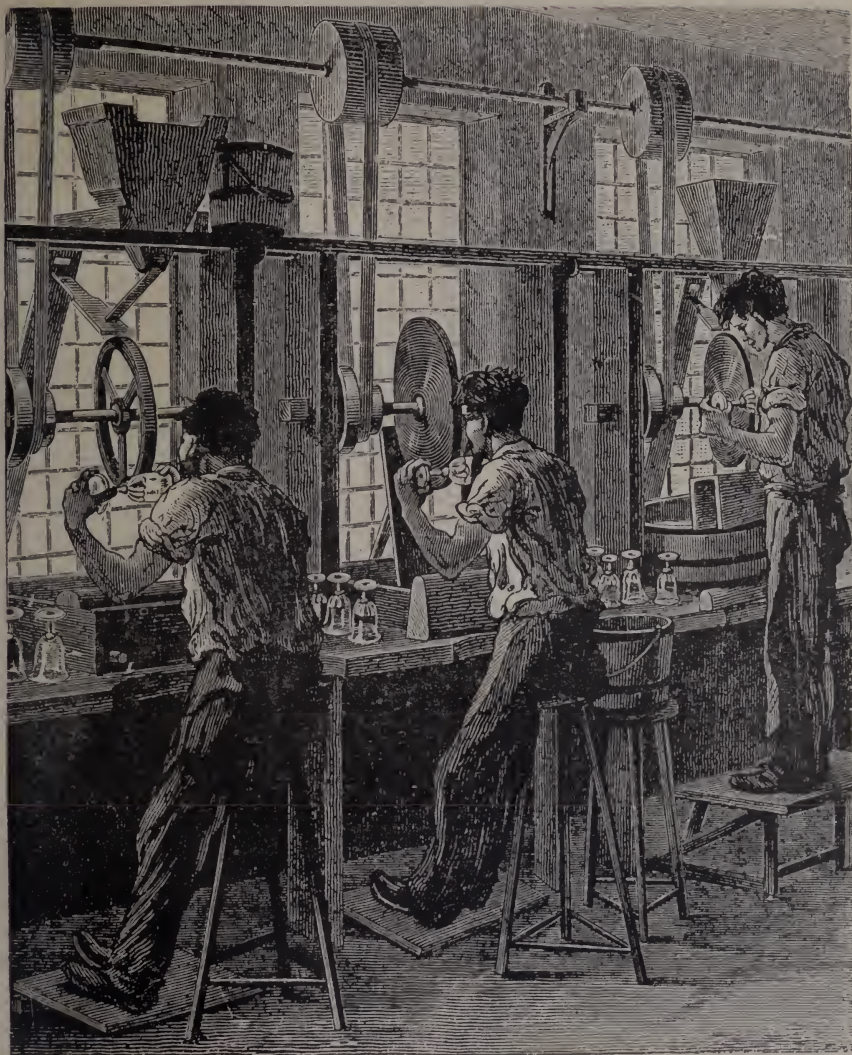
Se a fórma do objecto é irregular, os moldes são formados por peças que se unem por meio de charneiras e se fecham para moldar o vidro. N'este caso o molde deve ter umas cavidades para onde vae o excedente do vidro que é preciso deitar, pois empregando vidro de menos teria de se accrescentar nova porção, o que tinha o inconveniente de ligar duas porções de vidro com differente temperatura, resultando falta de homogeneidade no objecto.

Tratando se de objectos com bastante espessura é preciso empregar o vidro quasi liquido para evitar um esfriamento parcial que produziria a formação de camadas successivas e mal unidas entre si.

Os moldes de metal são os mais empregados porque, produzindo um esfriamento momentaneo na massa, dão a esta uma certa *tempera*, que augmenta a dureza e resistencia do vidro.

A moldagem, quer seja feita pelo sopro quer se faça pela pressão, representa só por si um processo de decoração do vidro, visto que as fórmas que por tal processo se lhe póde dar, destinam se não só á utilidade pratica do objecto, como tambem a produzir impressão agradavel á vista.

Os moldes gravados que imprimem em relevo o desenho no objecto de vidro não se pódem empregar quando este tenha as paredes pouco espessas, como acontece com uma jarra, ou outro objecto nas mesmas condições; em tal caso, as saliencias de um lado traduziamse em reintrancias do lado opposto produzindo mau effeito decorativo.

INDUSTRIA DO VIDRO

Officina de Lapidagem

Esse inconveniente da moldagem não existe na gravura em vidro, por isso se adopta este processo de decoração nos objectos de paredes finas.

E' com moldagem pelo sopro que se produzem nas garrafas os letreiros ou quaesquer marcas em relevo cavadas nos moldes.

39 — **Vidro lapidado.** — Este processo de decoração do vidro tem dois fins: um é tirar-lhe as imperfeições que possa apresentar mesmo depois de moldado; o outro é produzir-lhe facetas com um brilho muito maior e a propriedade de melhor reflectir e refractar os raios luminosos.

A lapidagem faz-se successivamente sobre discos verticaes de diversas dimensões, de ferro, de pedra, de madeira e de cortiça, animados de movimento de rotação mais ou menos rapido transmittido por pedal pelo operario lapidador ou por machina motora.

Começa o operario por fazer um desgaste da superficie a lapidar no disco de ferro sobre o qual está cahindo agua com areia fina, encostando o objecto ao disco em movimento e vigiando ameudadas vezes, como faz um amolador de navalhas, para ver quando o desgaste é sufficiente.

Depois de feitas as facetas, o objecto passa para outro operario que aperfeiçoa o trabalho n'um disco de grés sobre o qual cahe constantemente um fio d'agua.

Quando o objecto sahe das mãos d'este operario, as facetas apresentam-se com um aspecto branco-mate e quasi sem brilho.

D'este disco segue para outro de madeira coberto com uma mistura de oxydo de chumbo e estanho (potéa de estanho), ou calcotar, onde readquire o polido que depois se completa n'um disco de cortiça.

A estampa junta mostra-nos uma officina de lapidagem em que os discos ou pedras são movidos á machina. A *fig. 49* representa um calix lapidado por esse processo.

Fig. 49—Calix lapidado

40 — **Vidro fosco.** — O vidro despolido ou fosco representa tambem um trabalho de decoração, além da sua utilidade pratica para quebrar a intensidade da luz, quando applicado a globos ou chaminés de candiei-

ros e a vidraças, transformando a luz directa em luz diffusa, e ainda nos caixilhos das machinas photographicas onde tem o nome de *vidro despolido,* que serve para receber a imagem do objecto a photographar. Para foscar uma chapa de vidro colloca-se esta, collada com barro dentro de uma caixa rectangular de madeira. A caixa tem ao meio um eixo a que se póde dar movimento de rotação e pelo qual a obriga a balancear regularmente.

Deita-se agua na caixa até cobrir um pouco a chapa, e juntamente uma certa quantidade de areia, seixos e gesso. Dando movimento á caixa, a agua, os seixos e a areia arrastam-se constantemente sobre a superficie do vidro, despolindo-o de uma maneira muito igual e intensa.

O operario pratico calcula pelo numero de oscillações que imprimiu á caixa o estado mais ou menos perfeito da foscagem.

A operação tambem se póde fazer com areia projectada com força sobre a superficie a despolir, operação que se faz por meio de um injector em que a areia é impellida pela pressão do ar ou vapor d'agua.

Se em logar de chapas se pretende despolir objectos de vidro com outras fórmas, taes como globos ou chaminés para candieiros, enchem-se estes objectos com agua, esmeril e alguns seixos meudos, e collocam-se dentro de uma caixa de madeira convenientemente entallados entre palha para evitar os choques, e tapadas com rolhas as partes abertas. Por meio de uma manivela dá-se movimento de rotação á caixa que está montada n'um eixo horisontal. Ao fim de certo tempo a agua, o esmeril e os seixos, teem produzido o mesmo effeito de foscagem que descrevemos para chapas de vidro.

Para despolir o cristal liga-se o objecto ao torno e sobre elle applica-se uma haste de ferro constantemente molhada com agua e areia fina.

Em geral a fricção contínua de um corpo aspero sobre a superficie do vidro tira lhe o polido, e é este processo que se adopta para fazer as chamadas *rolhas de esmeril* muito usadas nos frascos de essencias e em geral de liquidos que se pretende ter bem vedados.

Para as despolir fixam-se as rolhas n'uma peça de torno que lhe dá movimento de rotação; ao mesmo tempo vae-se-lhes ajustando o gargallo da garrafa a que são destinadas. As rolhas são talhadas já em tronco de cone, e a sua superficie, animáda de movimento de rotação e em contacto com as paredes internas do gargallo da garrafa, vae-se desgastando pelo atricto com o auxilio de areia fina e agua que o operario de vez em quando lhe deita. O torno é movido a pedal ou á machina. Em qualquer dos casos é um trabalho arduo e que demanda paciencia pelo tempo que dura.

Póde tornar-se o vidro fosco sem o desgastar; para isso applica-se sobre a sua superficie uma camada de agua levemente gommada, contendo pó muito fino de cristal; estende-se essa camada muito igual-

mente com uma escova fina, alisando-a depois com uma escova secca, e por fim, com uma terceira escova muito macia.

Para a camada de cristal ficar bem adherente e obter o vidro mais opaco, applica-se sobre a primeira camada de cristal em pó, uma outra camada a que se junta essencia de therebenthina e alfazema, indo depois a peça de vidro a uma mufla para seccar.

O contraste frisante entre o vidro fosco, vidro polido e transparente, dá logar a uma decoração de effeitos magnificos já muito conhecidos, e que constitue outro processo decorativo.

41 — **Vidro mussolina.** — Pela foscagem pódem fazer-se desenhos sobre o vidro, obtendo-se chapas para vidraça, que no mercado têem o nome de *vidro mussolina*, nome que lhe provém da semelhança que tem com o tecido assim chamado.

Para o obter, faz-se a foscagem pela camada de cristal, como atraz dissemos; antes, porém, de a seccar á mufla, applica-se sobre a superficie uma folha de Flandres ou de papel com o desenho recortado e sobre elle fricciona-se fortemente com uma escova. Esta fricção arrasta o pó de cristal nos pontos abertos do desenho e a chapa só fica despolida nos pontos protegidos, apresentando assim o desenho nas partes polidas.

42 — **Vidro givré.** — Ainda sobre o vidro fosco se póde produzir um effeito decorativo a que os francezes chamam *givré*, termo que não tem traducção correspondente em portuguez.

E' simples o processo de o produzir. Cobre-se a chapa de vidro foscado com uma preparação em que predomina a grude muito bem estendida e unida e deixa-se seccar a uma corrente d'ar.

O grude ao seccar contrahe-se e estala com tal energia que se enrola em fragmentos, os quaes arrancam pequenas porções de vidro da chapa, que por esta fórma fica polida n'esses pontos, apresentando desenhos de arborescencias de lindo effeito, que muito se parecem com as folhas da planta denominada *fetus*.

Na fabrica da Marinha Grande fabricam-se chapas de *vidro givré*, e começa a ensaiar-se a producção de desenhos regulares por este processo.

Em muitos estabelecimentos de Lisboa se veem já vidros de montras feitos com chapas de *vidro givré*.

43 — **Vidro gravado.** — Ainda o contraste entre o vidro fosco e o vidro polido dá logar á sua decoração por meio da gravura.

Esta decoração póde fazer-se por tres processos: ao torno como a lapidagem; pela projecção de jactos de areia, e pela acção do acido fluorhydrico.

a) — Gravura ao torno — Este processo consiste em desgastar a superficie do vidro por meio de discos de cobre ou aço movidos a

pedal ou machina, como se faz na lapidagem. A differença consiste só nas dimensões dos discos que, para a gravura apenas teem alguns millimetros de diametro.

Fig. 50—Jarro gravado

Para desenhos complicados, estes são feitos previamente sobre o objecto, e o gravador vae apresentando ao pequeno disco em movimento os pontos desenhados.

Para desenhos menos complicados ou para simples inscripções, o operario prescinde do desenho feito sobre o vidro, e segue um modelo que tem á vista ou a propria phantasia.

Ha operarios habilissimos n'este genero de trabalho cuja difficuldade se comprehende, ao pensar que o desenho não se faz ao modo vulgar de pegar n'um lapis ou pena e desenhar sobre um papel, mas sim em sentido inverso, isto é, como se desenhasse pegando n'um papel e movendo-o sobre um lapis fixo, o que é bem mais difficil.

Como modelo de objectos gravados ao torno apresentamos aos nossos leitores a *fig 50*, que representa um jarro, e a *fig. 49* egualmente mostra um bonito trabalho de gravura a torno, nos quaes se observa a perfeição extraordinaria de trabalho tão difficil.

Ninguem dirá que um desenho tão delicado e tenue em superficie tão restricta e, portanto, de dimensões tão exiguas, possa ser feito com tanta perfeição como a do melhor desenhista manejando um lapis.

b) — Gravuras pela areia. — A areia projectada com força sobre uma superficie polida de vidro, faz-lhe desapparecer esse polido, e póde mesmo fural-o, por mais duro que seja, se fôr projectada com grande pressão. Se, portanto, cobrirmos com uma capa protectora a superficie de uma chapa de vidro, deixando n'essa capa uma abertura que ponha a descoberto uma pequena parte, a areia, incidindo sobre toda a chapa, vae despolir a parte não protegida.

Fazendo um desenho aberto na capa protectora, a projecção de areia tira o polido ao vidro n'esses pontos, e o desenho apparece gravado.

O apparelho para este processo de gravura está representado na *fig. 51*.

A areia contida no reservatorio é projectada por meio do ar comprimido ou pressão do vapor d'agua pelo tubo inferior do reservatorio e

cahe sobre a chapa de vidro ou outro qualquer objecto cuja superficie é coberta por uma capa de papel ou metal desenhado em aberto.

Fig. 51—Gravura pela areia

Usa-se muito este processo de gravura para fazer as marcas e letreiros de garrafas, por ser muito pratico e expedito. Para isso o jacto de areia é continuo, e o operario vae apresentando instantaneamente á sua acção as garrafas envolvidas n'um papel com o desenho aberto.

Póde assim um só operario gravar por dia algumas centenas de garrafas.

c) — Gravura pelo acido fluorhydrico. — Como já dissemos, o acido fluorhydrico é o unico acido que ataca o vidro a frio. E' esta propriedade que se approveita para a gravura em vidro, a qual é parecida com a gravura em metal pelo acido azotico.

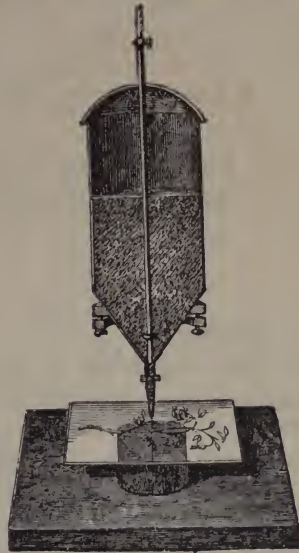
Antes da descoberta do acido fluorhydrico no seculo XVIII, a gravura em vidro só se fazia pelo processo do torno ou projecção de areia, processo difficil o primeiro e imperfeito o segundo. O acido fluorhydrico veiu pôr termo ás difficuldades que muitas vezes se apresentavam para encontrar um operario bastante habil e pratico e ao mesmo tempo dar muito maior latitude á gravura, tornando os preços das obras muito mais baixos.

Emprega-se para a gravura o acido liquido ou o acido gazoso, sendo preferivel o primeiro ao segundo, porque o acido gazoso tem os seus perigos de explosão.

Quando se emprega o acido no estado liquido mas diluido, obtem-se gravuras brancas de vidro fosco porque, como já dissemos no n.º 7, a reacção do acido consiste em formar fluoreto de silicio que é volatil, e fluoretos duplos e insoluveis de potassio, sodio, ou de chumbo, se se trata de cristal (vidro plumbifero). Estes fluoretos depositam-se em cristaes brancos sobre a parte do vidro atacada pelo acido, e são elles que reproduzem em branco o desenho.

Empregando-se porém o acido no estado liquido mas concentrado, ou gazoso, produzem-se fluosilicatos que são soluveis no licor empregado, e a acção é mais fraca, pois não havendo deposito de cristaes brancos, o vidro é atacado sim, mas conserva-se transparente ou quasi transparente, o que é de menos effeito. Por isso é preferivel o acido diluido.

Para evitar o inconveniente da explosão quando se emprega o acido gazoso, adopta-se o systema de o produzir dentro do proprio liquido onde se mergulha o objecto de vidro que se quer gravar, o que se consegue fazendo reagir o acido chlorhydrico sobre fluorhy-

drato de fluoreto de potassio; produz-se o acido fluorhydrico que ataca o vidro, mas como está no estado gazoso a gravura é transparente; para a tornar opaca, junta-se ao licor um dos sulfatos d'ammoniaco, de zinco ou de potassa, ou então oxalato de potassa.

A formula para obter o licor é a seguinte:

Fluorhydrato de fluoreto de potassio...	500	grammas
Acido chlorhydrico.................. ..	250	»
Agua................................	1	»

E' este licor que se satura depois com o sulfato ou oxalato de que fallámos.

Seja qual fôr o processo adoptado, é preciso cobrir no vidro a parte da sua superficie que não deve ser atacada pelo acido, e para isso ha varios systemas.

O processo consiste em cobrir o vidro como uma camada de verniz de gravura ou com uma solução de cera em essencia de terebinthina, e sobre essa pelicula fazer o desenho com um estylete, pondo a descoberto o vidro; collocando depois o objecto dentro de um vaso de chumbo, contendo o acido no estado liquido, ou expondo o á acção do acido gazoso, d'uma ou d'outra fórma o vidro é atacado na parte que está a descoberto pelo desenho, ficando intacto no resto da superficie preservada pela pelicula.

Actualmente adopta-se muito o processo de *decalque* devido a Kessler, que tem a vantagem economica de reproduzir muitas vezes o mesmo desenho.

Sobre uma pedra lithographica ou chapa de aço, faz-se o desenho com uma tinta assim composta:

Betume da Judéa........................	3	partes
Acido stearico..........................	2	»
Essencia de terebinthina..................	3	»

Transporta-se o desenho para uma folha de papel muito fino a qual se applica, pelo lado impresso, sobre o vidro comprimindo-a com o auxilio de uma boneca de flanella. Lavando-se depois, o papel destaca-se e fica sobre o vidro a tinta. Submettendo então o objecto de vidro, durante alguns minutos, á acção do acido contido em recipientes de gutta-percha, que não é atacada pelo acido, o vidro é corroido nos pontos onde não existe a tinta, e, portanto, o desenho é reproduzido.

No processo antigo póde empregar-se o oleo seccante de linhaça para cobrir o vidro e fazer depois o desenho, o que offerece a vantagem de poder copiar-se esse desenho por transparencia, visto que aquelle oleo é transparente. Tratando-se de uma chapa de vidro, por

exemplo, colloca-se este sobre o desenho, e depois de estendido o oleo seccante sobre a superficie superior, com um estylete seguem-se as linhas do desenho sobre a pelicula do oleo, de modo a ficar o vidro a descoberto.

Quando os desenhos consistem simplesmente em linhas curvas mais ou menos regulares que se cruzam, como vemos em muitos vidros gravados, cobre-se o objecto com verniz protector e vae a uma machina especial que rapidamente grava no verniz esses traços, que se podem variar á vontade, deixando o vidro a descoberto n'esses mesmos traços.

Depois submette-se o objecto á acção do acido.

51 — **Vidro gelado.** — No mercado apparecem objectos de luxo feitos de vidro com o aspecto de flocos de neve pendentes das arvores, ou de pedaços de gelo unidos, que são de um bello effeito artistico.

Para o obter assim, colhe-se uma porção de vidro fundido com a canna e mette-se em agua fria; produz-se logo uma desvitrificação, apresentando-se a massa toda estalada; amolecendo-a novamente ao fogo, e soprando-a depois nos competentes moldes, as fendas irregulares que se produziram pelo esfriamento acompanham a expansão do vidro e o objecto apresenta o aspecto que deu origem ao nome de vidro gelado pelo qual é conhecido.

Tambem se obtem rolando o vidro pastoso sobre a marma onde se collocaram fragmentos de vidro solido, e levando-o novamente ao forno de caldear. Os fragmentos do vidro tambem se tornam pastosos, alastram irregularmente pelo resto da massa, e quando o objecto sahe da fôrma apresenta o aspecto de gelo.

52 — **Vidro colorido** — Essa variedade lindissima de côres que a industria vidreira dá aos seus productos, augmentando a belleza nativa do vidro, é obtida na sua maior parte pela juncção de oxydos metallicos, e alguns d'estes dão esta ou aquella côr conforme a base que entra na composição do vidro.

O poder corante dos oxydos metallicos no vidro é bastante intenso, conseguindo-se com uma pequena quantidade misturada n'uma grande massa de materia vitrificavel, obter um vidro de cör carregada.

E' preciso graduar com cuidado a percentagem do oxydo a fim de evitar um excesso de côr, se o objecto a fazer é de paredes pouco espessas.

Damos em seguida uma tabella interessante das côres obtidas com os diversos oxydos e outros corpos nos vidros formados com alguma das tres bases: *potassa, soda* ou *chumbo*, notando que ella indica um resumidissimo numero de côres ou tons.

Materias corantes	Côr otbida no vidro de potassa	Côr obtida no vidro de soda	Côr obtida no vidro de chumbo
Oxydo de prata......	Amarello ou laranja	Amarello ou laranja	—
Sesquioxydo de chromio..............	Amarello esverdeado..........	Verde..........	Verde escuro
Carvão e enxofre....	Amarello ouro....	Amarello pallido...	Negro
Bioxydo de cobre....	Azul celeste......	Azul celeste.......	Verde
Protoxydo de cobalto	Azul esverdeado...	Azul violaceo......	Azul puro
Bioxydo de manganezio...	Amethista claro...	Roxo escuro.......	Roxo escuro
Protoxydo de nickel..	Amethista carregado..........	Roxo claro.......	Roxo violeta
Antimoniato de chumbo..............	Branco transparente	Branco opaco.....	Laranja opaca
Sesquioxydo de ferro	Verde garrafa.....	Verde garrafa.....	Amarello esverdeado
Purpura de Cassio ..	Vermelho ou rosa.	Azul.............	Vermelho ou rosa
Protoxydo de cobre..	Vermelho purpura.	Vermelho purpura.	Vermelho purpura

Só a titulo de curiosidade damos esta tabella, pois que o estudo das côres no vidro, com todas as suas variedades de tons, daria para um volume inteiro. E' mais um estudo de chimica do que de vidro.

Notemos tambem que algumas côres, as adquire o vidro pela proporção em que entram certas substancias de que elle é feito.

Se houver excesso de soda e seus saes, o vidro toma a côr amarellada; se ha excesso de potassa, vem com a côr esverdeada; o sulfato de potassa ou de soda, mesmo em pequena quantidade dá-lhe a côr verde escura; o excesso de cal dá-lhe o aspecto leitoso; o carvão torna o vidro escuro, dando-lhe tambem uma certa côr de amarello topasio e muitas vezes vermelha; e ainda o vidro póde adquirir tons de côr mais ou menos escuros, pela presença de diversos corpos nas materias primas que não foram bem purificadas.

Os corpos destinados a dar a côr ao vidro podem empregar-se por varios processos a saber: introduzil-os na materia vitrificavel durante a fusão; refundir o vidro branco juntamente com o corpo córante; applicar a materia córante, a pincel, ou por outro processo, sobre a superficie do objecto já feito; colher com a canna uma porção de vidro córado e fundido, e depois uma porção de vidro branco tambem fundido, e soprando as duas camadas; applicar sobre o vidro já feito o pó muito fino de um vidro córado; juntar no mesmo pote duas materias vitrificaveis, sendo uma d'ellas ou ambas córadas.

Cada um d'estes processos se applica conforme o fim que se tem em vista, e alguns dão logar a vidros com denominação especial.

Damos em seguida algumas formulas pelas quaes se obteem vidros de diversas côres pelo processo da fusão da materia córante com a materia vitrificavel.

Azul escuro

Composição de vidro branco ordinario	100^{k}
Oxydo de cobalto	$0,^{k}150$

Como o oxydo de cobalto se modifica um pouco com os gazes do forno, junta-se á mistura uma pequena percentagem de oxydo de zinco que evita esse effeito.

Azul torqueza

Areia	100	partes
Carbonato de soda	40	»
» » potassa	5	»
» » cal	20	»
Bioxydo de cobre	10	»
Protoxydo de estanho	0,5	»

O protoxydo de estanho serve para impedir a alteração do oxydo de cobre pelos gazes do forno.

Verde

Composição de vidro branco de potassa	100^{k}
Bioxydo de cobre	$0,^{k}250$
Sesquioxydo de chromio	$0,^{k}125$

Quando se trata de cristal, isto é, de um vidro em que entra oxydo de chumbo, obtem-se o verde esmaltado juntando-lhe na composição bioxydo de cobre e oxydo de uranio.

Violeta

Vidro branco de base de potassa	100	partes
Bioxydo de manganezio	2,5	»
Azotato de potassa	4,5	»

Amarello

E' pela juncção de enxofre ou de carvão na composição vitrificavel que se obtem o amarello, sendo a côr mais carregada nos vidros de base de potassa, e mais fraca nos de base de soda.

Obtem-se tambem o amarello no vidro applicando sobre a superficie do vidro já trabalhado, a materia córante que tem a seguinte composição:

Chloreto de prata	2,5	partes
Oxydo de ferro	10	»
Sulfato de cobre	0,5	»
Acido estanico	1	»

O vidro coberto com uma camada d'esta composição vae depois a aquecer na mufla.

Vermelho

Areia	200	partes
Carbonato de potassa	60	»
Cal	10	»
Phosphato de cal	2	»
Zarcão	40	»
Cremor tartaro	2	»
Borato de soda	3	»
Protoxydo de cobre	0,9	»
Bioxydo de estanho	1,3	»

Vidro negro ou hyalite

Vidro de base de soda e carbonato de cal	440	partes
Pyrite torrada (sulfureto de ferro)	40	»
Acido arsenioso	1	»
Carvão de madeira	7	»

O emprego dos vidros coloridos como meio decorativo é já muito antigo; é por assim dizer coevo da descoberta do proprio vidro.

Effectivamente, o primeiro vidro formado, havia de sel-o com materiaes impuros, e isso bastava para elle se produzir com as côres que lhe davam os oxydos metallicos ou outras substancias com que vinham misturadas.

Era, pois, natural que então o vidro, juntando ao seu natural brilho e transparencia, côres mais ou menos vivas, sugerisse á eterna vaidade humana a ideia do adorno, e os egypcios, em tempos muitos remotos, chegaram a imitar pedras preciosas que vendiam como verdadeiras.

Uma das applicações mais antigas dos vidros coloridos foi a dos *mosaicos* e *vitraes*, produzindo-se ainda hoje os primeiros na cidade italiana Florença.

Com pequenos cubos de vidro de differentes côres chegam a compôr-se mosaicos que são verdadeiros quadros pela juncção artistica d'esses cubos.

Ainda hoje existem na egreja de S. Pedro, de Roma, antiquissimas decorações de mosaico em vidro, que dão uma perfeita ideia d'esse trabalho.

E' certo que o mosaico de vidro não representa um trabalho difficil, requer unicamente paciencia e certa arte na combinação harmonica das côres.

Entretanto, o trabalho do mosaico foi o primeiro passo para a construcção dos *vitraes*, e d'estes nasceu a ideia da pintura em vidro de que adeante tratamos.

Os primeiros vitraes antigos applicaram-se ás janellas ogivaes dos templos, e consistiam em grandes mosaicos de vidro transparente encaixilhados em reguas de chumbo.

Mais tarde começou-se a dispôr os fragmentos do vidro por fórma a representar figuras de santos ou passagens da sagrada escriptura.

A *fig.* 52 representa um vitral d'este genero, construido no seculo XVI.

Fig. 52 — Vitral do seculo XVI

Hoje usam-se ainda os vitraes nos templos, mas já não são só a simples juncção de vidros coloridos, mas sim pinturas sobre o vidro, muitas das quaes teem grande valor artistico.

O uso dos vitraes sahiu actualmente do campo religioso e tornou-se vulgar nos usos domesticos, e muitas janellas das habitações modernas são ornamentadas de vitraes, de que a industria apresenta bellos modelos.

E para que a todos pudesse chegar a faculdade d'esse uso, outra industria, a dos papeis ou tellas pintadas imitando os vitraes, veiu permittir esse luxo por um preço ao alcance de todos, pois basta collar esse papel sobre as vidraças de vidro incolor, para ter vitraes mais ou menos artisticos.

Comprehende-se que por este processo é facil e economica a substituição dos vitraes deteriorados por outros novos; basta raspar o antigo e collar-lhe outro papel novo.

E' a machina a querer supplantar a arte; por isso os productos antigos em que só a mão do homem intervinha, vão avultando em valor, e parte dos seus auctores que morreram quasi na miseria, seriam hoje uns *Cresus*, se recebessem o preço ás vezes fabulosos com que se pagam actualmente as manifestações de arte d'aquelle tempo.

46 — **Vidro duplo, dobrado ou doblé** — Por estas tres designações é conhecido um vidro formado por duas ou mais camadas sobrepostas.

Se tivessemos auctoridade para tanto, baniamos o gallicismo insupportavel *doblé* e adoptariamos simplesmente o termo *duplo*, que dá uma ideia mais perfeita do vidro de que se trata; vidro dobrado dá ideia de que se dobrou uma porção de vidro sobre si mesmo, o que não representa o verdadeiro processo d'elle se obter.

O vidro dobrado obtem-se fundindo em potes separados materias vitrificaveis de diversas côres, e colhendo com a canna de cada pote uma porção, ficando as camadas sobrepostas. Quando se sopra o objecto dentro do molde, as camadas adherem perfeitamente, ficando como se formassem uma unica.

Este processo emprega-se só para camadas pequenas, pois para camadas maiores tinham o inconveniente de se repartirem mal. Depois de feito o objecto, póde gravar-se pelo acido, pondo a descoberto as côres que se desejam tornar salientes, conforme a maior ou menor demora da acção corrosiva do acido.

47 — **Vidro marmore.** — Este vidro com que se pretende imitar o marmore por meio de veios sobre um fundo opaco ou transparente, obtem-se pela mistura de vidros de differente côr.

Para isso, fundem-se separadamente as duas composições, cada uma com a sua côr.

Quando estão liquidas, deitam-se ambas no mesmo pote, agitando-as bem antes de se começar o trabalho.

Como os dois vidros não se misturam por egual, e ao contrario, um d'elles fica diversamente distribuido pela massa do outro, quando se manipula a mistura, apparece uma das côres espalhada em estrias ou veios sobre um fundo formado pelo vidro da outra côr.

A porção do vidro da côr que serve de fundo deve ser maior que a do outro.

Entretanto essas porções podem ser eguaes quando seja indifferente que predomine uma ou outra côr.

48 — **Vidro opala e opalino.** — O vidro opala apresenta o aspecto de marmore translucido com reflexos metallicos amarellos e vermelhos, obtendo-se mais facilmenta com o cristal do que com o vidro.

E' pela introducção de fluoretos de calcio, de sodio e de aluminio na materia vitrificavel, que se obtem o vidro opala, podendo ainda obter-se juntando phosphato de cal; mas este phosphato não dá grande resultado quando a materia vitrificavel está muito carregada de silica; o contrario se dá quando é grande a proporção de soda ou potassa. N'este caso uma pequena proporção de phosphato basta para produzir o effeito de opala.

Facilita-se a opalescencia do vidro juntando á materia vitrificavel uma pequena porção de feldspatho.

Os vidros opalinos são brancos e quasi transparentes, empregando-se principalmente no fabrico de reflectores e globos de candieiros.

Para formar o vidro opalino junta-se ao cristal o spatho de fluor, ou faz se o que os francezes chamam *pâte de riz* (pasta de arroz), que se assemelha ao alabastro e cuja composição é a seguinte:

Areia branca	100	partes
Potassa purificada	30	»
Cal apagada	13	»
Sal commum	1,5	»
Azotato de potassa	1,0	»
Arsenio	0,250	»
Oxydo de estanho	1	»

Querendo o vidro opalino para globos e reflectores, a melhor composição é a que segue:

Areia branca	100	partes
Zarcão	35	»
Potassa	25	»
Spatho de fluor	15	»

O vidro opalino com reflexos irisados obtem-se com a seguinte composição:

Areia	60	partes
Carbonato de potassa	15	»
Zarcão	45	»
Ossos calcinados	5	»

49 — **Vidro pintado.** — A pintura sobre o vidro creou-se depois da construcção dos vitraes, e foi sobre estes que primeiro se exerceu aquella arte.

Os vitraes, que até então eram formados pela união de pequenos fragmentos de vidro, começaram a fazer-se com chapas maiores, onde o pincel do artista tem mais vasto campo de acção.

O artista faz primeiro um desenho reduzido do assumpto, passa-o depois em dimensões naturaes para grandes folhas de cartão, que são divididas e numeradas em fragmentos, com as dimensões que devem ter as chapas de vidro colorido que hão de formar o vitral. Quando este está convenientemente encaixilhado, vae para o *atelier* de pintura onde é collocado ao alto, devendo receber a luz pela superficie opposta áquella sobre que se vae pintar.

O pintor, tendo á vista o cartão respectivo, vae reproduzindo a pincel o desenho de cada um d'elles, na chapa do vitral que lhe corresponde.

A estampa junta representa um *atelier* de pintura sobre vitraes.

Hoje está generalisada a pintura a todos os objectos de vidro, e os processos empregados são analogos aos que se usam na ceramica.

As tintas empregadas são chamadas *tintas vitrificaveis*, as quaes são formadas por duas especies de substancias: a *substancia côrante*, que é em geral um oxydo metallico, e a *substancia fundente* constituida por um corpo vitrificavel de base de chumbo e borax.

Esta composição vitrificavel serve de vehiculo á substancia córante, quer tendo-a em suspensão, quer combinada com ella.

Damos em seguida, como exemplo de substancias vitrificaveis, as duas formulas seguintes:

1	Silica	300 ou	100	partes
	Zarcão	800 »	600	»
	Borax	100	—	»
	Acido borico cristallisado	—	300	»

2	Silica	200,	400,	500 ou	300	partes
	Zarcão	600,	300,	1500 »	600	»
	Borax	100,	600,	500 »	300	»
	Salitre	—	—	—	100	»

Além d'aquellas ainda se lhe podem addiccionar outras substancias, taes como: areia, feldspatho, carbonato de potassa e de soda, oxydo de bismutho, etc.

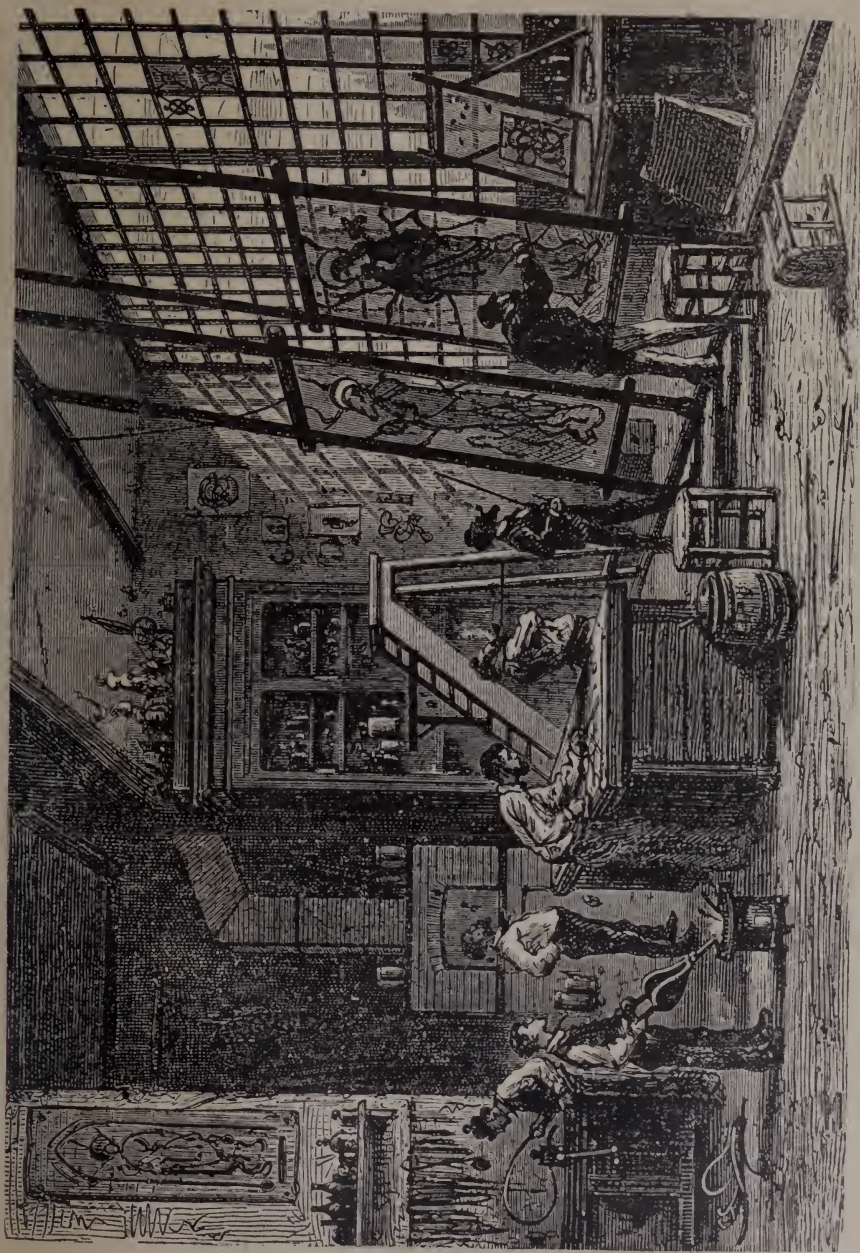
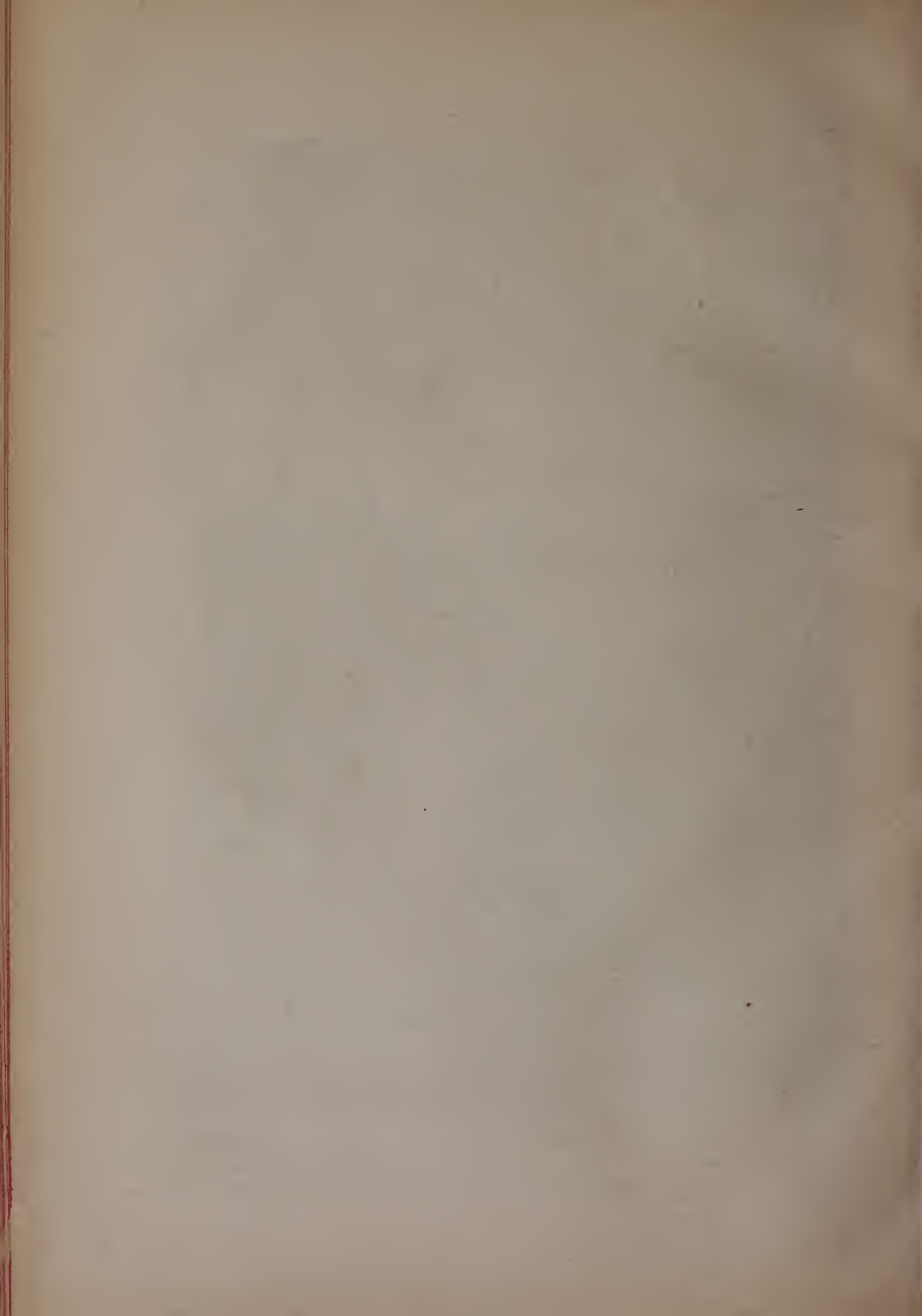
As materias córantes obteem-se pela precipitação de saes metallicos e sua calcinação.

O fundante e a materia córante são preparados em separado, e depois é que se misturam triturando-os juntamente.

São diversos os processos de pintar sobre o vidro, desde a pintura directa á mão para ornatos simples, como são folhas de plantas, figuras toscas, letras, etc., até ás impressões polychromas e photographias, pois tudo se faz sobre o vidro, com grande applicação dos processos de lithographia, typographia, lithochromia, etc.

Por qualquer d'estes processos se passa para um papel fino o desenho feito já com as tintas vitrificaveis; este papel é depois convenientemente preparado para que, assente sobre o objecto de vidro lhe transmitta o desenho que tem impresso.

Esta parte de decoração do vidro só por si se presta a grande desenvolvimento descriptivo, que não cabe nos limites d'este livro.

Por isso nos limitamos a dizer que os ornatos simples são feitos

Pintura de Vitraes

colando ao objecto de vidro um papel onde se recorta o ornato; passando depois sobre o papel a tinta vitrificavel esta adhere á parte do vidro que fica a descoberto e o papel depois tirado, arrasta comsigo a tinta que sobre elle ficou.

Seja qual fôr o processo, os objectos vão depois para muflas onde a temperatura é muito bem regulada, a fim de que a tinta se vitrifique, formando substancia solida encorporada á superficie do objecto.

As duas *figs. 53* e *54* representam uma amphora e uma taça de vidro pintado.

Fig. 53 – Amphora de vidro pintado

50 — Vidro esmaltado. — Os objectos de vidro podem tambem ser esmaltados, ou sobre toda a superficie, ou só em parte d'ella, reproduzindo desenhos.

Para esmalte do vidro, faz-se uma mistura de diversas substancias pulvorisadas, que depois se applicam em suspensão em agua gomada.

As duas seguintes formulas são exemplos da composição dos variados esmaltes em uso:

1		2	
Vidro branco........	300 partes	Restos de cristal......	720 partes
Borax..............	100 »	Zarcão..............	20 »
Salitre..............	25 »	Borax..............	40 »
Antimonio diaphoretico..............	100 »	Salitre..	40 »
		Acido arsenioso......	60 »

Estas formulas dão esmalte branco, ao qual se póde dar qualquer côr pela juncção de oxydos metallicos. Querendo um desenho transparente sobre fundo opaco, ou inversamente, adopta-se o mesmo

systema usado na pintura, cobrindo o objecto com um papel convenientemente recortado e passando-lhe o esmalte por cima, seguindo-se tambem depois o aquecimento em muflas.

Fig. 54 — Uma taça de vidro pintado

Na fabrica da Marinha Grande, usam-se uns carimbos onde já estão gravadas diversas flôres ou partes de flôres e outros desenhos, os quaes, molhados nas tintas ou esmaltes, imprimem nos objectos de vidro os desenhos que representam.

CAPITULO X

Vidros e objectos de fabrico especial

51 — Vidros soluveis. — As diversas especies de vidro que temos estudado são de natureza insoluvel, salvo casos particulares de pressão e temperatura. Ha porém uma qualidade de vidro que, pelos elementos de que é composto, tem a faculdade de se dissolver na agua.

E' bem simples a composição dos vidros soluveis, pois que em ultima analyse, são apenas silicatos ou de potassa ou de soda.

Ha dois processos para os obter: pela *via secca* e pela *via humida.*

O processo da via secca consiste em fundir n'um forno de revérbero a mistura seguinte:

Areia	54 partes
Sulfato de soda ou de potassa	36 »
Carvão	10 »

A acção do calor produz a fusão da mistura, e n'este estado começa uma combinação chimica auxiliada pelo carvão a qual consiste na decomposição do carbonato de potassa ou de soda, indo estes unir-se á silica formando o silicato de potassa ou de soda.

Este silicato é reduzido depois a pó e introduzido dentro d'agua contida n'um autoclave sob pressão e na qual se dissolve. Depois de um repouso prolongado, em bacias proprias onde se clarifica, é tratado pelo chloreto de cal, a fim de este fazer desapparecer algum sulfureto de sodio ou de potassio que contenha, proveniente dos sulfatos, sulfureto que lhe dá uma certa côr. Depois concentra-se a fogo lento em bacias de ferro.

O processo da via humida consiste em calcinar o silex (pedreneira) e projectal-o em agua fria onde se sujeita depois a uma agitação energica.

Obtem-se assim uma substancia branca e muito porosa, que se mette em autoclaves contendo uma solução de soda ou potassa com a densidade de 20° Beaumé, e onde soffre a pressão de 6 atmospheras. No fim de umas 7 ou 8 horas obtem-se uma solução de silicato.

Tambem se póde recorrer á chamada *farinha fossil* que é o pó que se obtem pisando as conchas de diversos moluscos muito abundantes nos terrenos fosseis, de que nós temos um bello exemplar nos montes da Outra Banda.

Essa farinha é naturalmente constituida pelos seguintes elementos: silica, carbonato calcareo, oxydo de ferro, silicato d'alumina, materias organicas e agua.

Este pó finissimo é muito poroso e facilmente atacavel pelas soluções alcalinas, por isso, misturando-o com soda hydratada n'um autoclave sob a pressão de 3 atmospheras durante 3 horas, e agitando a massa dentro do autoclave por meio de pás com movimento de rotação, obtem-se o vidro soluvel. Este processo é devido a *Capitaine* e tem o seu nome.

52 — **Applicações dos vidros soluveis.** — São numerosas as applicações do vidro soluvel; entre ellas sobresahem as seguintes: augmentar a resistencia dos materiaes de construcção; formação de

cimentos hydraulicos que resistem á agua do mar; formação de mordente na pintura do algodão; emprego na lavagem da lã e linho; no fabrico de sabões de oleo de palma, os quaes torna mais alcalinos e duros; na cirurgia, para tornar duros os tecidos que envolvem as fracturas de ossos, afim de evitar movimentos prejudiciaes á cura; finalmente, misturado com materias córantes servem para a pintura em vidro, em telas e em estofos, etc.

Pensou-se tambem na sua applicação para tornar incombustiveis a madeira e os tecidos, mas uma tal applicação era prejudicial, porque o vidro soluvel sendo muito alcalino, alterava a côr dos tecidos, e além d'isso, attrahindo a humidade, retinha sobre elles as poeiras.

Para augmentar a resistencia dos materiaes de construcção mergulham-se estes antes da sua applicação, n'uma solução de vidro soluvel, ou então pintam-se com a mesma solução esses materiaes depois de applicados.

Os cimentos hydraulicos formados por vidro soluvel pódem obter-se misturando-o com alumina ou magnesia, formando uma especie de barro pastoso que, depois de secco, se torna muito duro e difficilmente atacado pela agua; esta pasta misturada depois com a cal sem o leite de cal, produz um cimento cuja resistencia á agua do mar se obtem juntando ao vidro soluvel giz e areia.

Para a formação dos mordentes emprega-se simplesmente o vidro soluvel nas mesmas condições do *alumen*.

A lavagem dos tecidos faz-se n'uma solução muito fraca de vidro soluvel á temperatura de 50° centigrados.

53 — **Vidros duros e vidros maleaveis—Sua applicação.** — Chamam-se vidros duros aos que são formados com a base de aluminio. A sua applicação principal é na imitação de pedras preciosas, como se faz com o *strass*.

Assim por exemplo, a pedra mais dura depois do diamante, que é o spatho-adamantino ou alumina pura (carindon), obtem-se pelo aquecimento do aluminato de chumbo ao rubro vivo n'um pote refractario; produz-se uma decomposição d'esse aluminato, unindo-se o chumbo á silica existente no barro de que é feito o pote, e formando assim um silicato de chumbo, emquanto que a alumina pura fica cristalisada e completamente separada, formando os dois corpos duas camadas perfeitamente distinctas.

Este processo é devido a Fremy e Feil, que tambem obtiveram o vidro duro ou alumina pura cristalizada, aquecendo ao rubro uma mistura de partes eguaes de silica e fluoreto de aluminio.

Ainda se chega ao mesmo resultado, pelo aquecimento a alta temperatura, de pesos eguaes de alumina e fluoreto de bario.

O vidro maleavel é uma composição antiquissima com o nome de pasta de vidro; mas cujo segredo só ha poucos annos foi conhecido pelos estudos de Henry Cros.

Como o seu nome indicava, a pasta de vidro dos antigos era uma especie de barro que elles amassavam e moldavam como na ceramica, e H. Cros modelou alguns objectos artisticos com a consistencia e maleabilidade do chumbo.

Os vidros duros são applicados para imitarem com perfeição certas pedras preciosas, e sob este ponto de vista pódem agrupar-se com o *strass* cuja applicação é identica.

54 — **Pedras preciosas artificiaes.** — Tanto o *strass* como o *vidro duro*, são incolores, e para a imitação das pedras preciosas, salvo o diamante, é preciso dar-lhes a côr e a fórma cristalina correspondente.

A côr dá-se pela interposição de oxydos metallicos, de ouro e outros metaes, e bichromato de potassa.

Damos em seguida a relação dos oxydos e saes empregados no fabrico de pedras preciosas artificiaes, quer estas sejam de *strass* quer sejam de *vidro duro*.

Amethista	Oxydo de cobalto
Aventurina........	Bichromato de potassa
Esmeralda........	Oxydo de chromio
Granada..........	Purpura de Cassio e oxydo de manganesio
Rubi.............	Purpura de Cassio, vidro d'antimonio e d'ouro
Saphira	Oxydo de cobalto
Topazio..........	Purpura de Cassio e vidro d'antimonio

Nos *Elementos de Chimica* já publicados, poderão os nossos leitores vêr o que são aquelles corpos córantes, embora de uma maneira muito resumida, pois a modestia do livro não permittia maior desenvolvimento.

Ahi se vê por exemplo quando se trata do ouro que a Purpura de Cassio é um precipitado vermelho fórmado quando se mergulham folhas de estanho no chloreto de ouro.

Tambem lá se vê, quando se trata do aluminio, que o vidro duro de que n'este livro damos uma pequena idéa, não é mais do que a alumina pura, que já a natureza nos fornece cristalizada nas pedras preciosas naturaes com os nomes de rubi, saphira, amethista e topazio.

Por isso não deixaremos de repetir aos leitores que é conveniente consultar os nossos elementos de chimica já publicados ou outro qualquer livro sobre chimica, para bem comprehenderem os diversos phenomenos que se realisam no fabrico de objectos de vidro.

Pelo que expuzemos já sobre pedras preciosas, vê-se que o vidro duro ou alumina pura obtida por qualquer dos processos de Fremy e Feil, dá pedras preciosas verdadeiras, embora obtidas de uma ma-

neira artificial, e comprehende-se perfeitamente que a sua perfeição seja superior á das formadas com o *strass*.

Além d'isso, a pedra preciosa artificial feita com o vidro duro, fica logo com a dureza propria, emquanto que a feita com *strass* precisa de uma operação especial para endurecer.

A pedra preciosa feita com o *strass* segue esta marcha: funde-se o strass em cadinhos pequenos e cobertos, empregando materiaes muito puros, bem misturados e n'um estado de *pulvorisação*, muito perfeito; ao fim de 25 a 30 horas de forno, deixa-se esfriar muito lentamente, e misturam-se-lhe as materias córantes. Depois deixa-se esfriar lentamente a massa, obtendo-se um bloco que se parte com uma machadinha em fragmentos do tamanho das pedras a fabricar.

Collocadas então sobre uma chapa de folha de ferro coberta com argilla fina, vão a um forno aquecido a lenha a fim de amollecer as arestas, o que succede porque este vidro é muito fuzivel, e as arestas arredondam-se por si.

Podem então talhar-se ou lapidar-se, para o que cada fragmento se fixa na extremidade de uma vareta de madeira e lapidam-se em rebolos onde se deita esmeril ou pedra pomes pulvorisada, potéa, etc.

55 — **Perolas artificiaes** — E' á industria de Veneza de outros tempos que se deve a imitação das perolas. Para as fabricar recorre-se ao processo de *estiragem*.

Um operario colhe com a canna uma pequena quantidade de vidro e fura-a com uma haste de ferro fazendo-lhe uma abertura larga; outro operario solda lhe então um pontel guarnecido de vidro pastoso e afastando-se rapidamente vae formando um tubo comprido com um diametro muito pequeno.

Esse tubo é depois cortado em fragmentos de $0^m,50$ a $0^m,60$ de comprimento, e estes subdivididos em bocadinhos eguaes sobre limas parallelas e a eguaes distancias. Esses fragmentos cáem n'uma caixa contendo um pó formado por carvão e argilla, que enche a parte occa dos tubos, a fim de evitar que se fechem no novo aquecimento a que vão submetter-se n'uma chapa de folha de ferro onde se arredondam.

Tambem se podem fazer perolas pela suflagem. Para isso aquece-se á lampada a extremidade de um tubo de vidro de calibre muito pequeno, e sopra se pela extremidade opposta, quando a outra está amollecida.

Forma se então uma empola á qual se dá a fórma irregular da maior parte das perolas verdadeiras, o que se faz com uma haste de ferro emquanto a perola está pastosa. Para lhes dar a côr nacarada empregava-se o mercurio. Mas este, pelos seus inconvenientes anti-hygienicos está posto de parte, adoptando-se o processo Jacquin, que consiste em formar uma pasta com escamas de certo peixe (mugem)

tratadas pela agua salgada e amoniaco, e collal-a no interior da perola; essa collagem faz-se barrando-lhe as paredes interiores muito egualmente com uma camada de colla de pergaminho; depois, mergulhando-se um pequeno tubo no licor preparado, sopra-se para dentro, e elle colla-se ás paredes internas da perola.

Comprehende-se facilmente que é este um trabalho delicado que exige do artista grande habilidade e paciencia.

56 — **Contas, vidrilhos e missangas.** — As contas e missangas fazem-se pelo primeiro processo das perolas; quando o vidro está dividido em bocadinhos, mettem-se estes n'um cylindro de folha de ferro como os que se usam para torrar café, onde préviamente se metteu carvão em pó e argilla. Faz-se então girar o cylindro sobre o fogo que amollece um pouco o vidro, perdendo este as arestas vivas e arredondando-se. N'esta operação perdem as contas o brilho, o qual se lhes restitue mettendo-as successivamente n'um sacco com areia fina, onde recebem um certo polido, e depois n'outro com semeas onde elle se completa.

O fabrico de vidrilhos consiste simplesmente na primeira phase da operação empregada para o fabrico das perolas, pelo processo da *estiragem*. Os pedacinhos de vidro com maior ou menor calibre constituem o vidrilho.

Todos conhecemos o emprego de contas, vidrilhos e missangas nas suas applicações como ornamento de estofos, bordados, etc. Mas a missanga tem ainda mais o merecimento de ser um agente poderoso de permuta com os indigenas no interior dos paizes africanos; é uma verdadeira moeda, imprescindivel mesmo para commerciar com certas raças das nossas colonias, como o são tambem lenços de côres vivas, chitas, etc., objectos estes pelos quaes o indigena africano dá muitas vezes em troca bellos dentes de elephante, e pesos consideraveis de borracha, gado, etc., com que affirma a sua submissão.

Uma fiada de missangas entregue pelo branco e umas cabeças de gado dadas pelo preto, são na maioria dos casos as credenciaes com que a auctoridade branca e o diplomata preto conseguem acreditar-se mutuamente como representantes dos respectivos chefes de estado.

57 — **Olhos de vidro.** — O fabrico d'este objecto é uma operação bem delicada, se attendermos a que é preciso fazer sempre pares de olhos perfeitamente eguaes. Faremos apenas, resumidissima descripção do processo, para os nossos leitores formarem idéa d'uma industria que representa uma especialidade.

Começa-se por fazer uma bola de vidro pelo systema adoptado para as perolas, isto é, soprando um tubo de vidro amolecido á lampada n'um dos extremos; como o vidro é incolor, applica-se sobre este um esmalte especial já previamente preparado, cuja côr va-

ria desde o branco mais claro até ao branco um pouco azulado, visto que nos individuos tambem o branco do olho apresenta esta variação de tons. Depois faz-se na bola de vidro ainda molle um orificio onde tem de se applicar mais tarde o *globo* do olho contendo a *iris* que, como se sabe, é a parte do olho que apresenta côres diversas nos differentes individuos, havendo uns com olhos castanhos, outros azues, etc., etc.

A iris é feita com esmaltes, e no seu centro colloca-se um pequeno disco de esmalte negro que serve para representar a pupilla (menina dos olhos).

O globo do olho com a sua iris e pupilla é então collocado no orificio que se fez na bola esmaltada, onde se colla por meio de soldadura á lampada.

58 — **Fios de vidro ou algodão de vidro.** — E' tão extraordinaria a ductilidade do vidro no estado pastoso, que se póde reduzir a fios tenuissimos que a industria approveita para muitos fins. Não é difficil a operação, que consiste apenas em aquecer a extremidade de uma vareta de vidro, colher com uma pinça uma pequena porção que se estende em fio e se prende n'um tambor, carrinho ou dobadoira de madeira. Esta, girando constantemente, póde esgotar por completo o vidro da vareta sempre aquecido á lampada; é perfeitamente um trabalho de aranha.

Este fio póde tecer-se para fabrico de estofos, mas uma das suas grandes applicações na industria é no fabrico de plumas para ornamentar os chapeus e os cabellos das senhoras, e na Allemanha usa-se muito para fazer torcidas para candieiros de petroleo, azeite ou alcool, tendo a vantagem de tornar mais regular a subida d'estes liquidos por capillaridade, para alimentar a chamma.

Deixando cahir de alto os fios de vidro na occasião da sua formação, e injectando-lhe horizontalmente vapor d'agua a alta pressão, obtem-se uma especie de *cotão* muito fino a que se dá o nome de *algodão de vidro*, que se applica para preservar certos objectos contra o calor, facto fundado, é claro, na má conductibilidade do vidro para o calorico.

Este trabalho de fios de vidro serviu em tempos antigos para fazer objectos de arte valiosos, alguns dos quaes ainda hoje existem em museus.

No *Conservatorio de Artes e Officios* de Paris existe um leão de vidro, de tamanho natural, com a juba admiravelmente feita de fio de vidro. E' um trabalho de paciencia que levou trinta annos a fazer.

O que é extraordinario, nos fios feitos de vidro, é o facto de, apesar do seu diametro microscopico, conterem ainda uma parte ôcca ou capilar no interior, como se reconhece mergulhando-os no mercurio dentro da machina pneumatica.

Conhece-se que o mercurio encheu o espaço vazio por que ao microscopio se vê o seu brilho metallico caracteristico.

59 — **Filigrana de vidro.** — No mercado apparecem objectos de vidro contendo interiormente desenhos, estrias de côres differentes e alternadas representando fitas ou flôres, etc.

Esses desenhos interiores, chamados *filigrana de vidro,* ou *mille-fiori* em italiano, obteem-se formando tubos compridos e muito delgados de cristal e esmalte, contendo interiormente um desenho.

O processo para os fazer consiste em deitar uma porção de esmalte n'uma fôrma de ferro aquecida, tendo no fundo gravado o desenho que se deseja, uma estrella por exemplo.

Logo que esfria, retira-se a estrella de esmalte assim formada, a qual se rodeia de vidro ou cristal pastoso.

Então caldeia-se no forno, e pelo processo de estiragem faz-se uma vareta tão comprida quanto seja necessario para ter o diametro que se deseja.

O esmalte acompanha o vidro na sua distensão sem perder a fórma de estrella com que estava, de modo que, se depois de esfriado cortarmos a vareta perpendicularmente ao seu eixo, a secção apresenta-se com a fórma de uma estrella branca de esmalte, cercada por um circulo de vidro ou cristal que póde ser colorido.

Se em logar de estrella, fosse um circulo o desenho do molde, a secção da vareta seria um circulo de esmalte.

E' com estas varetas que se faz a filigrana de vidro.

Para isso corta-se uma vareta assim formada em fragmentos de alguns centimetros de comprimento.

Estes tubos não são ôccos, porque sendo tirados com ponteis e não com cannas, e tendo além d'isso no interior uma porção de esmalte, este, que acompanha o vidro pastoso na sua distensão, occupa exactamente o espaço que deveria ter o tubo se fosse ôco.

Cortadas as varetas em fragmentos, collocam-se estes verticalmente ao lado uns dos outros n'um disco de barro, e sobre elles deita-se vidro ou cristal fundido.

Os pequenos cylindros de esmalte ficam assim collocados no interior de uma massa de vidro ou cristal pastoso, e quando este depois de caldeado é soprado pela canna dentro do molde respectivo, ao fazer o objecto que se deseja, as varetas de esmalte acompanham a dilatação e fórma do objecto, que assim apresenta ornatos interiores.

60 — **Pesa-papeis.** — Outra applicação curiosa do vidro ou cristal são os denominados *pesa-papeis* que, como o nome indica, servem nos escriptorios para pôr em cima de papeis soltos.

Esses objectos apresentam no interior da sua massa ornatos diversos, taes como flôres, figuras de mulher, vistas panoramicas, etc.

Querendo, por exemplo, um pesa-papeis com uma rosa de esmalte no interior, faz-se primeiro essa flôr em esmalte pelo processo descripto no paragrapho anterior.

A vareta obtida corta-se em fragmentos, e um d'elles é collocado verticalmente n'um disco de ferro, deitando-se sobre elle vidro fundido até rasar ou pouco exceder a parte superior do esmalte. Com outra porção de vidro pastoso cobre-se tudo, arredondando-se a parte superior com uma espatula de madeira.

Feito isto, tira-se o bloco do disco de ferro e este é substituido por uma porção de vidro pastoso que se achata para formar a base do pesa-papeis.

Se em logar de uma flôr, se pretende um conjuncto de flôres, fazem-se os esmaltes com cada uma d'essas flôres, e em logar de uma só vareta põem-se tantas quantas forem precisas para formar o ramalhete.

A *fig 55* dá-nos ideia de um pesa-papeis d'este genero.

Fig. 55—Pesa-papeis

Nos pesa-papeis contendo photographias, estas são feitas sobre esmalte, pois d'outra fórma não aguentavam a temperatura do vidro fundido.

Outros ha tambem que contêem no interior objectos que não podem receber o calor do vidro fundido, taes como relogios, thermometros, etc.

Esses são formados fazendo-se simplesmente o pesa-papeis com uma cavidade na base, na qual depois de frio se alojam esses objectos, cobrindo-se depois com um disco de madeira ou cartão que serve de base.

Aqui terminamos este trabalho sobre vidro, que era susceptivel de maior desenvolvimento, por termos de ser restrictos á ideia que presidiu á sua elaboração, que é fazer conhecer aos nossos leitores apenas as principaes linhas d'uma industria que em Portugal tem certa importancia.

FIM DA INDUSTRIA DO VIDRO

INDICE

CAPITULO VIII — Objectos de cristal

CAPITULO IX — Decoração do vidro

CAPITULO X — Vidros e objectos de fabrico especial

COLLOCAÇÃO DAS ESTAMPAS

ERRATAS

PAG.	LIN.	ONDE SE LÈ	LEIA-SE
9	14	umas	uns
9	15	Outras	Outros
11	15	sal	cal
11	23	deitar-mos	deitarmos
18	35	destillacão	distillação
18	37	»	»
19	1	»	»
19	2	»	»
28	19	pulverisação	pulvorisação
36	6	thesoura	tesour a
37	3	»	»
40	29	tornardo-se	tornando-se
56	9	estendagem	moldagem
63	1	pulverisado	pulvorisado
66	23	tripoli	Tripoli
67	14	mussolina	musselina
70	6	qual a	qual se
71	5	therebenthina	terebenthina
71	10	mussolina	musselina
71	10	»	»
74	16	terebintina	terebenthina
74	29	»	»
76	1	otbida	obtida
80	1	doblé	doublé
80	5	»	»
80	36	facilmenta	facilmente
86	31	carindou	corindou
87	29	fórmado	formado
88	36	suflagem	soflagem